STUDIEN ÜBER DIE SCHWIMMBLASE EINIGER GADIDEN UND MACRURIDEN

I. GESTALT DES ORGANES UND BEFESTIGUNG DESSELBEN BINNEN DER LEIBESHÖHLE

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

VON

NILS HAGMAN

LUND 1921
CARL BLOMS BOKTRYCKERI

STUDIEN ÜBER DIE SCHWIMMBLASE EINIGER GADIDEN UND MACRURIDEN

I. GESTALT DES ORGANES UND BEFESTIGUNG DESSELBEN BINNEN DER LEIBESHÖHLE

AKADEMISCHE ABHANDLUNG

VON

NILS HAGMAN

WIRD MIT GENEHMIGUNG DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER UNIVERSITÄT IN LUND ZUR ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE DEN 27 MAJ 1921 UM 5 UHR N. M. IM HÖRSAL DES ZOOLOGISCHEN INSTITUTES ZUR ÖFFENTLICHEN VERTEIDIGUNG VORGELEGT

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

LUND 1921
CARL BLOMS BOKTRYCKERI

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553402_0049

MEINER GATTIN

FRAU MARGARETA HAGMAN

UND DEM ANDENKEN UNSERER TOCHTER

MARIANNE

GEWIDMET

Einleitung.

In vorliegender Abhandlung soll die Gestalt der Schwimmblase, die Befestigung und Ausdehnung derselben binnen der Leibeshöhle sowie auch besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln, wo solche vorkommen, bei folgenden Gadiden- und Macruridenarten beschrieben werden:

Macrurus rupestris, Collet.
Macrurus Fabricii, Sundevall,
Nematonurus armatus, Hect.
Malacocephalus laevis, Lowe.
Bathygadus melanobranchus, Vaillant.
Gadiculus argenteus, Guichenot.
Molva byrkelange, Walbaum.
Molva elongata, Risso.
Molva vulgaris, Fleming.
Lota vulgaris, Cuv.
Brosmius brosme, Ascan.
Gadus poutassou, Risso.
Gadus Esmarkii, Nilss.
Gadus minutus, O. F. Müller.
Gadus merlangus, L.
Gadus pollachius, L.
Gadus virens, L.
Gadus aeglefinus, L.
Gadus callarias, L.
Gadus saida, Lepechin.
Gadus navaga, Lepechin.
Merluccius vulgaris, Fleming.
Phycis mediterranaeus, Delaroche.
Phycis blennoides, Bloch, Schneider.
Raniceps raninus, Collet.
Mora mora, Collet.
Lepidion eques, Günth.
Halargyreus affinis, Collet.

Mit dem Begriffe "Gestalt" wird in dieser Abhandlung weder die exakte Form des Organes, noch jene Formdivergenzen, die aus einer verschieden starken Füllung der Schwimmblase ergehen können, gemeint, sondern, ausser dem allgemeinen Charakter des Organes, solche Merkmale, welche die Schwimmblase der einen oder anderen der hierauf untersuchten Arten besonders auszeichnen, oder sonst bemerkenswert erschienen. Ganz besonders gilt dieses jene Schwimmblasenformen, die nur an in Formol oder Alkohol konservierten Fischen untersucht werden konnten, und welche durch Schrumpfen der Blasenwandung in der Konserwierungsflüssigkeit mehr oder minder stark deformiert erschienen.

War das Organ ausserdem durch den, beim Aufziehen der Fische aus der Tiefe aufkommenden, überaus grossen inneren Druck gesprengt worden, konnte eine exakte Beschreibung der Schwimmblasengestalt erst recht nicht gegeben werden.

Ausserdem sei bemerkt, dass bei der Beschreibung der Schwimmblasengestalt in der Regel nur die fibröse, äussere Blasenwandung (äussere Schwimmblasen-Membran) berücksichtigt worden ist. Bei Arten, wo die Schwimmblase nicht unversehrt freigelegt werden konnte, ist die Beschreibung der Schwimmblasengestalt in der Regel sogar nur auf die, gegen die Leibeshöhle gerichtete freie Wandung derselben beschränkt worden.

Mit der Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle wird in dieser Abhandlung nur die Verbindung des Organes mit der Wirbelsäule, dem Schädel und der allgemeinen Fascia der Rumpfmuskulatur (Leibeshöhlenwandung) gemeint. Während die, aus der Peritonealauskleidung des Organes resultierende Befestigung nicht berücksichtigt wurde. Dagegen wurde in der Regel das Verhalten der Schwimmblase zu der Aorta und den Nieren berücksichtigt. Die in der Regel blutleeren *Venae cardinales* dagegen konnten nicht berücksichtigt werden. Überall, wo solches nur möglich war, wurde die Gestalt der Wirbelsäule im Bereiche des Rumpfes mitsamt der, den Wirbeln zuzurechnenden Parapophysen sowie auch die Haemapophysen, in so fern diese zur Schwimmblase in Beziehung treten, tunlichst beschrieben.

Mit den zur Schwimmblase in Beziehung tretenden Muskeln werden in dieser Abhandlung jene Muskeln gemeint, welche sich an die Blasenwandung unmittelbar befestigen, oder von denen angenommen werden kann, dass eine Kontraktion derselben einen Einfluss auf die Schwimmblase haben könnte *(Raniceps)*. Ausserdem wurden besondere Differenzierungen der ventralen Rumpfmuskulatur, welche, wenigstens dem Anscheine nach, zur Schwimmblase in Beziehung stehen, bei der Beschreibung der verschiedenen Schwimmblasenformen berücksichtigt. Diese Muskeln wurden nach M a u r e r [1] *Musculi obliquii superiores* genannt, im Gegensatz zu den *Mm. obl. inferiores,* die nie in besondere Beziehungen zur Schwimmblase treten. Waren keine Beziehungen jener Muskeln zur Schwimmblase vorhanden, wurden dieselben

[1] M a u r e r: Die ventrale Rumpfmuskulatur einiger Knochenfische. Morph. Jahrb. XXII.

nicht desto mehr berücksichtigt, als dass sie nach Querschnitten halb-schematisch abgebildet wurden.

Von den untersuchten Schwimmblasenformen sind meines Wissens nur diejenigen von *G. callarias, G. aeglefinus, G. merlangus, Lota vulgaris, Phycis mediterranaeus, Merluccius vulgaris, Mora mora, Macrurus rupestris und Malacocephalus laevis* nach besonderen Untersuchungen früher, beschrieben worden [1]. Im übrigen findet man in der allgemeinen ichtyologischen Literatur zerstreute, höchst gelegentliche Notizen über das Verhalten der Schwimmblase, die kaum dessen wert sind angeführt zu werden.

Das Untersuchungsmaterial stammt aus sehr verschiedenen Orten. Die Arten *G. callarias, G. aeglefinus, G. virens G. pollachius, G. merlangus, Gadiculus argenteus, G. Esmarckii, Molva vulgaris, Molva byrkelange, Brosmius brosme* und *Merluccius vulgaris* habe ich mir während zweier Aufenthalte in Bergen (1909 und 1919) verschafft. *G. minutus* stammt aus dem Gullmarfjord (1912). Die Schwimmblase von *Raniceps raninus* ist an Präparaten von Dr. Hugo Ågren (Lund) untersucht worden, *G. poutassou, Molva elongata, Phycis blennoides* hat mir Dr. Massimo Sella aus Neapel verschaft (1912). Das abgebildete Skelett von *Merluccius vulgaris* stammt von einem Fische, den ich auf dem Fischmarkt in Rom gekauft habe (1914). *Phycis mediterranaeus* habe ich in Positano (bei Neapel) von einem Fischer gekauft (1914). *G. navaga* stammt aus dem Weissen Meer und ist auf dem Markte in Helsingfors gekauft worden (1910). *Mora mora, Halargyreus affinis, Lepidion eques* und die untersuchten Macruriden entstammen dem Materiale der "Michael Sars" Expedition 1910. *G. saida* ist nach Material in "Bergens Museum" beschrieben worden.

Die Idée, die Gestalt der Schwimmblase aus der Art der Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle zu deuten, erhielt ich, als ich ein zu anderen Zwecken angefertigtes Skelett von *G. aeglefinus* im Jahre 1910 studierte. Die eigentliche Untersuchung ist mit grossen Intervallen in den Jahren 1911 (Helsingfors), 1912 (Friedrichshagen, Lund), 1919 (Bergen) und 1920 (Lund)

[1] Die sex ersten Arten sind von Delaroche (Ann. du Musée d'hist. nat., tom 14, 1809, beschrieben worden, die übrigen sind von Holt und Calderwood (Survey of Fishing-Grounds, West coast of Ireland 1890—1891. Scient. Trans. of the Dublin R. Soc. Vol. V (II) 1893—1896 beschrieben worden.

ausgeführt worden. So habe ich das untersuchte Material nie zu gleicher Zeit vor der Hand gehabt, und es war mir nicht möglich sämtliche Schwimmblasenformen nach allen Richtungen hin in derselben Weise zu berücksichtigen, indem ich auf verschiedene Idéen zu einer Zeit gekommen bin, wo das früher untersuchte Material nicht mehr nachgeprüft werden konnte.

Der dem beschreibenden Teile beigefügte, besprechende Abschnitt leidet an dem Mangel, dass keine Versuche, weder zur Erläuterung der Funktion der Schwimmblase, noch zur Klarlegung der Festigkeit der verschiedenen, in jenem Abschnitte beschriebenen Anordnungen ausgeführt werden konnten. Wenn ich es mir trotzdem getraut habe, in diesem besprechenden Abschnitte einige Meinungen zur Deutung der verschiedenen Schwimmblasen hervorzuheben, ist dieses hauptsächlich darum geschehen, dass ich eine Basis für weitere Untersuchungen zur Beantwortung verschiedener interessanter Probleme habe errichten wollen.

Die Zahl derjenigen Herren, die mir teils mit Ratschlägen, teils mit Material und Arbeitsplätzen in liebenswürdigster Weise beigestanden haben, ist eine sehr grosse. Ich nenne die Herren Prof. Dr. Aug. Brinkman, Bergen, Prof. Dr. D. D. Damas, Bergen, (z. Z. Liège) Vorsteher der biologischen Station, Bergen, Prof. Dr. Bj. Hellan d-Hansen, Bergen, die Herren Konservatoren James Grieg und I. Johnsen, Bergen, Stations-Wachtmeister Nils Glimme, Bergen, Dr. Knut Dahl, Prof. Dr. J. Hjort und Prof. Dr. H. H. Gran, Christiania, Cand. mag. Einar Kofoed, Kopenhagen, Prof. Dr. Aug. Krogh, Kopenhagen, die verstorbenen Professoren Chr. Bohr und Hector Jungersen, Kopenhagen, Senator Grassi, Rom, Dr. Massimo Sella, Rom, Geheimrath P. P. Schiemenz, Friedrichshagen, Prof. Dr. Richard Hertwig, München, Prof. Dr. Oscar Carlgren, Lund, Dr. Einar Naumann, Lund, Dr. Aron Westerlund, Lund und Prof. Dr. Carl Tigerstedt, Helsingfors, und bin ich ihnen allen zu grossem Dank verpflichtet. Vor allen anderen Herren danke ich aber meinem tief verehrten Lehrer, Prof. Dr. Robert Tigerstedt, Helsingfors, sowie auch Prof. Dr. Hans Wallengren, Lund, die, jeder in seiner freundlichen Art, dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit zu Stande gebracht und schliesslich abgeschlossen worden ist. Lund den 8 Mai 1921.

I. Beschreibender Abschnitt.

Macrurus rupestris.

Wirbelsäule. Die vordersten drei Wirbel tragen keine Parapophysen. Das erste Parapophysenpaar tritt am 5 Wirbel als platte, dreieckige Knochen mit schwach kopfwärts gebogener vorderen Kante und abgerundeten Spitzen auf. Die Parapophysen des 6 Wirbels sind blattförmige Knochen, deren vordere Kanten konvex und hintere Kanten konkav sind. Die Parapophysen der Wirbel 7—10 sind starke, türkensäbelförmige, an den Spitzen breit abgerundete Knochen, die nur wenig ventralwärts neigen und zur Wirbelsäule senkrecht stehen. Die Parapophysen der Wirbel 11—13, die demselben Typus wie die eben beschriebenen angehören, neigen schon bedeutend stärker ventralwärts; zugleicher Zeit sind sie auch stärker nach hinten gerichtet. Die säbelförmigen Parapophysen des 14 Wirbels sind noch stärker ventralwärts geneigt. Die Parapophysen des 15 Wirbels verwachsen median unter Bildung des ersten Haemalringes.

Die Schwimmblase war bei einem etwa 60 cm. langen, Taf. VIII. F. 2.
♀ etwa 50 mm. lang, 23 mm. breit und stellte einen einfachen, hinten breit abgerundeten, vorn in eine abgerundete Spitze ausgezogenen Sack dar, der vorn den 5 und hinten den 10 Wirbel erreichte; das Organ füllte also hinten die Leibeshöhle nicht vollständig aus. Der hintere Abschnitt der Schwimmblase war nur locker mit der Leibeshöhlenwandung verbunden. Weiter kopfwärts war die Schwimmblase seitlich mit der dicken Fascia der Leibeshöhlenwandung fest verwachsen, während ihr vorderstes Ende der Leibeshöhlenwandung nur locker anlag. Rechts und links vom vorderen Blasenende bildet die Leibeshöhlenfascia Taf. VIII. F. 1.
je eine Lücke, durch welche die schmalen Nieren wahrgenommen werden können. Kopfwärts vom vorderen Schwimmblasen-

ende findet man eine dritte Lücke der genannten Fascia. In dieser können Aorta und proximale Enden der Schlundknochenmuskeln wahrgenommen werdem. Letztere Lücke wird seitlich von zwei Ligamenten, die von der Fascia zum Körper des 5 Wirbels ziehen, begrenzt. Dicht kopfwärts von der mittleren Lücke hört dann die Leibeshöhlenfascia plötzlich auf, und es liegen wieder Aorta, Nieren und Schlundknochenmuskeln frei zu Tage.

Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln sind nicht vorhanden. Die äussere Blasenmembran ist dünn, die innere dick, mit einem deutlichen Oval.

Literatur: Holt und Calderwood beschreiben die Schwimmblase von *M. rupestris* wie folgt [1]:

"The air-bladder is again somewhat peculiar. It is almond-shaped, the narrow end being placed anteriorly. When a lateral opening is made, it is seen to by roughly divided into an anterior. middle and posterior portion and to be lined with a loose silvery-looking membrane, wich becomes convoluted and spongy in the anterior portion. An imperfect septum divides the middel from the posterior portion. The middle portion contains a complicated mass of rete mirabile; the anterior and posterior portions are simple an sac like. There is no pneumatic duct". Eine solche Kammerung der Schwimmblase war wenigstens bei dem von mir untersuchten Individuum nicht wahrzunehmen.

Macrurus Fabricii.

Wirbelsäule. Die ersten fünf Wirbel, die weder Parapophysen noch Rippen tragen, sind doppelt so breit wie lang; das vordere Ende der Wirbelsäule erscheint somit keulenförmig verdickt. Das erste Parapophysenpaar findet sich am 6 Wirbel, als starke, dreieckige, an den Spitzen abgerundete Knochen mit schräg kopfwärts gerichteter ventralen Fläche. Diese Parapophysen sitzen dem vorderen Rande des Wirbelkörpers recht weit dorsal an. Das zweite Parapophysenpaar besteht aus starken,

[1] Holt and Calderwood: Survey of Fishing-grounds, West coast of Ireland 1890—1891. Scient. Trans. of the Dublin R. Soc. Vol. V (II) 1893—96 p. 461.

säbelförmigen Knochen. Die Parapophysen der Wirbeln 7—8, die zur Längsachse senkrecht stehen, nähern sich immer mehr den ventralen Flächen der Wirbelkörper. Zugleicher Zeit neigen die Parapophysen immer stärker ventralwärts. Vom 9 Wirbel ab werden die Parapophysen allmählich immer mehr nach hinten gerichtet. Die Parapophysen des 21 Wirbels vereinigen sich median unter Bildung des ersten Haemalbogens. Darauf folgen noch drei erweiterte Haemalbogen, die einen Abschnitt der Niere aufnehmen. Sämtliche Parapophysen tragen lange, gebogene Rippen, die an ihre Spitzen lenken.

Die Schwimmblase ist vorn tief gegabelt und erreicht median den 4 Wirbel. Die beiden Gabeläste, deren innere Kanten einen kopfwärtz offenen Bogen bilden, ziehen nach vorn aussen dorsal. Sie enden beiderseits der Schädelbasis frei, stumpf und blind. Ihre lateralen Ränder sind schwach nach aussen gebogen. Schwanzwärts von den Gabelästen nimmt dann die Schwimmblase allmählich an Breite ab. Sie endet mit einer stumpf abgerundeten Spitze ventral vom 20 Wirbel. Die Dimensionen des Organes waren bei dem 50 cm. langen ♂ folgende: Länge der Schwimmblase 95 mm., Breite zwischen den Gabelästen 22 mm., Tiefe der Gabelung 17 mm. Taf. VIII. F. 8.

Von der Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhe sei erwähnt, dass sie im Bereiche der Gabeläste der Leibeshöhlenwandung nur locker anliegt. Weiter schwanzwärts ist die Schwimmblase vermittelst dreier Paare kurzer Ligamente, die von der dorsalen Wandung recht weit seitlich abgehen, an die Spitzen der Parapophysen der Wirbel 6—9 befestigt. Noch weiter schwanzwärts liegt die Schwimmblase der Leibeshöhlenwandung nur locker an. Die Schwimmblase wird dorsal durch Aorta und Nieren von der Wirbelsäule getrennt. — Die äussere Membran ist verhältnismässig dick, die innere dünn, silberglänzend. Die Gasdrüse ist gross. Ein Oval konnte merkwürdigerweise *nicht* wahrgenommen werden.

Muskeln. Die Gabeläste werden seitlich von je einem dicken Muskel ausgekleidet. Diese Muskeln, deren Fasern fast senkrecht zur Längsachse der Schwimmblase verlaufen, stellen dünne Blätter dar, deren Ränder rund um die Blasenwandung an diese befestigt sind. Ventral verlaufen die Muskelränder

unweit von den medianen Kanten der Gabeläste, während sie weiter schwanzwärts im weiten Bogen auseinander rücken. Dorsal erfolgt die Befestigung der Muskelränder verhältnismässig weiter von den inneren Kanten der Gabeläste als ventral. Der rechte Muskel war beim untersuchten Individuum länger als der linke.

Literatur: Diese Schwimmblasenform ist meines Wissens nicht früher beschrieben worden.

Nematonurus armatus.

Wirbelsäule. Die ersten drei Wirbel entbehren sowohl Rippen wie Parapophysen. Die Parapophysen des 4 Wirbels sind kleine, dreieckige Knochen, die dem Wirbelkörper vorn, seitlich und weit dorsal ansitzen. Die Parapophysen der Wirbel 5—14 sind säbelförmige Knochen, die den Wirbelkörpern seitlich, vorn und recht weit ventral ansitzen. Vom 5 zum 8 Wirbel nehmen die Parapophysen allmählich an Länge zu, um weiter schwanzwärts ebenso allmählich an Länge abzunehmen. Die ersten drei Parapophysenpaare stehen senkrecht zur Wirbelsäule und sind kaum ventralwärts geneigt. Weiter schwanzwärts biegen die Parapophysen allmählich immer mehr ventralwärts, zugleicher Zeit wie sie sich allmählich immer mehr nach hinten richten. Der weite, erste Haemalbogen trat am 15 Wirbel auf.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase im Beziehung tretende Muskeln fehlen.

Taf. VIII. F. 3. Die Schwimmblase stellte bei einem cirka 32 cm. langen ♂ einen einfachen, etwa 60 mm. langen, 23 mm. breiten, vorn in eine Spitze auslaufenden, hinten breit abgerundeten Sack dar. Das vordere Blasenende erreichte kaum den 5:ten Wirbel. Hinten lag die Schwimmblase dem ersten Haemalbogen an. Die Schwimmblase war nicht fester mit der Wirbelsäule verbunden, als dass es mir mit leichtigkeit gelang die dünne, aber dennoch feste äussere Membran der Schwimmblasenwandung dorsal unversert (ventral war sie beim Sprengen des Organes zerrissen) frei zu präparieren. Die dicke, weiche, innere Membran war stark geschrumpt. Dorsal war an ihr ein Oval wahrzunehmen.

Literatur: Meines Wissens ist diese Schwimmblasenform nicht früher beschrieben worden.

Malacocephalus laevis.

Von der zersprengten Schwimmblase eines 46 cm. langen ♂ war hauptsächlich nur die innere Membran der Blasenwandung wahrzunehmen. Diese stellte einen 50 mm. langen, etwa 13 mm. breiten, vorn und hinten breit abgerundeten, einfachen Sack dar, an dessen dorsaler Wandung ein Oval wahrzunehmen war. Das vordere Ende dieses Sackes war von einer festen, fibrösen Membran haubenartig umgeben, welche Membran nach hintenhin in zwei, vom schwarzen Peritoneum ausgekleidete, fibröse Fetzen auslief. Ein Versuch, die innere Membran von der fibrösen Haube los zu trennen, gelang nur links ohne weiteres; rechts musste nämlich der Hilus zur Gasdrüse, welcher das Häubchen rechts ventral durchbohrte, zunächst durchschnitten werden. Nach entfernen der inneren Membran erwies es sich dann, dass die beiden obengenannten fibrösen Fetzen dorsal in einen vorn breiten, hinten Spitz abgerundeten Lappen übergingen. Und wo auch dieser Lappen dorsal, und so weit er von der Leibeshöhlenwandung frei lag, vom schwarzen Peritoneum ausgekleidet war, lag die Annahme an der Hand, dass sowohl das voran beschriebene Häubchen, wie die von ihm abgehenden fibrösen Fetzen als Reste der zersprengten, äusseren Schwimmblasenmembran zu deuten wären. Ein ähnliches Verhalten scheinen auch Holt und Calderwood an der Schwimmblase von dieser Art gefunden zu haben, indem sie ihre Beobachtungen wie folgt beschreiben und deuten:

"— — it is noticeable, that the bladder is very loosely held in its position by membranes from the dorsal wall, which formes a secondary cavity above and to each side of the bladder. The inclosed part of the body-cavity, therefore, communicates freely with the air-bladder, and is probably utilised, when the gases of the bladder increase in volume" [1].

Diese Deutung scheint mir aber nicht richtig zu sein, und zwar aus dem Grunde, dass der innere Sack, dessen dorsale Wandung ja vom Oval durchlocht wird, unter solchen Umständen ja garnicht mit Gas gefüllt werden könnte.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln waren nicht zu finden.

[1] l. c. p. 447.

Wirbelsäule. Von der Wirbelsäule, die nicht freigelegt werden konnte, sei hier nur bemerkt, dass sie im Bereiche der Schwimmblase stark ventralwärts gebogen erscheint. Die Parapaphysen sind spitz säbelförmige Knochen. Der erste Haemalbogen befindet sich am 18 Wirbel, während das hintere Ende der Schwimmblase eben nur den 13 Wirbel erreicht.

Literatur: Holt und Calderwood beschreiben das Organ wie folgt:

"A delicate air-bladder is present. It is almond shaped, and is covered on its under surface by black peritoneum. On opening the bladder a circular aperture bounded by a sfincter muscle is at once visible in the centre of the median dorsal surface. This aperture has no duct in connection with it, but is merely a perfection of the upper surface. At the same time it is noticeable, that the bladder is very loosly held in its position by membranes from the dorsal wall, which forms a secondary cavity above and to each side of the bladder. The inclosed part of the body cavity, therefore, communicates freely with the air-bladder, and is probably utilised when the gases of the bladder increase in volume. At the anterior end, there are two rete mirabile of considerable size, which may provide for such an increase; and the space found in the abdominal cavity proper, owing to the viscera not entirely filling the cavity, as already mentioned, seems also to indicate that a great increase does take place. Some such provision might be necessary if the creature has the habit of frequenting water of widely different pressures during short intervals of time, or has much greater vertical range than the records of its capture have yet shown [1].

Bathygadus melanobranchus.

Wirbelsäule. Die ersten vier Wirbel tragen keine Parapophysen. Die Wirbel 5—13 tragen säbelförmige Parapophysen, die mit ihrer ganzen Basis dem Wirbelkörper ansitzen. Die Parapophysen der Wirbel 5 und 6 sind kaum merkbar ventralwärts geneigt. Vom 7 Wirbel ab schwanzwärts neigen die Para-

[1] l. c. p. 447.

pophysen allmählich immer mehr ventralwärts. Zugleicher Zeit richten sie sich immer mehr caudalwärts. Am 14 Wirbel vereinigen sich die Parapophysen median, unter Bildung des ersten Haemalbogens.

Die Schwimmblase stellte bei einem ca. 46 cm. langen ♀ einen etwa 32 mm. langen, 18 mm. breiten, einfach, mandelförmigen Sack dar, dessen vorderes, breit abgerundetes Ende sich ventral vom 3 Wirbel befand, während die hintere Spitze den 9 Wirbel erreichte und folglich nicht den hintersten Theil der Leibeshöhle ausfüllte. Die äussere Membran der Blasenwandung war ausserordentlich dünn, und nur in Fetzen vom Peritoneum abzutrennen. Dorsal konnte dagegen die Blasenwandung ohne weiteres von den Parapophysen, denen sie seitlich anlag, freigelegt werden. Median war die dorsale Blasenwandung durch Nieren und Aorta von der Wirbelsäule getrennt. Die innere Membran erschien dick, von der äusseren losgelöst und stark geschrumpft. An ihrer dorsalen Wandung konnte ein Oval wahrgenommen werden. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln waren nicht vorhanden. Taf. VIII. F. 4.

Literatur: Es fehlt meines Wissens eine frühere Beschreibung dieser Schwimmblasenform.

Gadiculus argenteus.

Wirbelsäule. Die totale Anzahl Wirbeln betrug beim untersuchten Individuum 41. Die zwei ersten Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die Wirbel 3—6 tragen je ein Paar ganz dünne Rippen, die dem Wirbelkörper seitlich ansitzen. Der 7 Wirbel trägt ein Paar ganz kleine Parapophysen, an deren Spitzen die grätenförmigen Rippen lenken. Die Parapophysen der Wirbel 8—13 sind ganz schwach ventralwärts gebogene Knochenspangen ohne seitlichen Flügeln. Vom 10 Wirbel ab richten sich die Parapophysen immer mehr caudalwärts. Der erste Haemalbogen tritt an 14 Wirbel auf.

Schwimmblase. Bei einem 16 cm. langen ♀ stellte die Schwimmblase einen 30 mm. langen, 7 mm. breiten, einfachen und annähernd spindelförmigen Sack dar. Ihr vorderes, stumpf abgerundetes Ende befand sich ventral vom 3 Wirbel, und Taf. VII. F. 11.

das spitze hintere Ende ventral vom 13 Wirbel, also dicht vor dem ersten Haemalbogen. Die Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle war nicht stärker, als dass sie ohne weiteres vermittelst eines leichten Pinzettenzuges freigelegt werden konnte.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln fehlen.

Literatur: Die Schwimmblase von *Gadiculus argenteus* ist meines Wissens früher nicht näher beschrieben worden.

Molva byrkelange.

Wirbelsäule. Die totale Anzahl der Wirbel betrug 65. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. Die vier folgenden Wirbel tragen je ein Paar starke, griffelförmige, ventralwärts gebogene Rippen. Die ersten drei Wirbel sind breiter als lang, der 4 Wirbel ist ebenso breit wie lang, und der 5 länger als breit; es erscheint folglich das vorderste Ende der Wirbelsäule gewissermassen keulenförmig verdickt. Das
Taf. I. F. 1. erste Parapophysenpaar findet sich am 7 Wirbel. Diese Parapophysen sind Blattförmig, mit stark gebogenen vorderen und graden hinteren Kanten. Die folgenden Parapophysenpaare unterscheiden sich von den ersten hauptsächlich durch ihre Grösse; sie werden von 7 Wirbel ab, einschliesslich des 17, allmählich immer länger und breiter; vom 18 Wirbel ab nehmen sie ebenso allmählich sowohl an länge wie an breite ab. Am 20 Wirbel gehen die Parapophysen in die Säbelform und noch weiter schwanzwärts in die Hakenform über. Der erste Haemalbogen findet sich am 32 Wirbel. Rechts können an der ventralen Fläche der Wirbelkörper 6—13 tiefe Eindrücke wahrgenommen werden, die zur Aufnahme der Aorta dienen.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln sind nicht vorhanden.

Die Schwimmblase stellt einen einfachen, annähernd
Taf. IV. F. 1. spindelförmigen Sack dar, welcher vom 2 Wirbel ab die ganze Leibeshöhle durchzieht und im hintersten Winkel derselben, ventral vom 31 Wirbel spitz endet. Ihr vorderes Ende ist seicht

zweigetheilt und zwar derart, dass die medianen Ränder des Einschnittes einen annähernd rechten Winkel mit einander bilden. Dicht hinter dem Einschnitte ist die Schwimmblase querüber leicht verjüngt. Bei einem zweiten untersuchten Individuum war das vordere Blasenende verhältnismässig tiefer eingeschnitten als bei dem voran beschriebenen; auch war bei diesem Fische die Verjüngung der Schwimmblase dicht hinter dem Einschnitte des vorderen Endes verhältnismässig mehr hervortretend als bei jenem. Die Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle erfolgt in folgender Weise: Die Spitzen der Gabeläste setzen sich seitlich an den Körper des 3 Wirbels fest, und zwar so, dass zwischen Schwimmblase und Wirbelsäule ein Raum zur Aufnahme der proximalen Enden der beiden Schlundknochenmuskeln, die sich ebenfalls an den Körper des 3 Wirbels, und zwar median, befestigen, freibleibt. Seitlich sind die Gabeläste, sowie auch der darauf folgende, verjüngte Teil der Schwimmblase, an die, den Wirbel 4—6 seitlich ansitzenden Rippen derart befestigt, dass einerseits zwischen diesen und der dorsalen Blasenwandung ein Raum zur Aufnahme des Nierengewebes frei bleibt, andererseits die Rippen noch mit etwa ihrer halben Länge seitlich von der Blasenwandung hervorragen. Vom 7 Wirbel ab ist die Schwimmblase ihrer ganzen Länge nach seitlich derart an die Parapophysen befestigt, dass ein verhältnismässig breiter Streifen dieser Knochen rundum von der dicken äusseren Schwimmblasenmembran ausgekleidet wird, während die Spalten zwischen den Parapophysen von dieser Membran einfach überbrückt werden. Median aber, wo die Parapophysen eine Vertiefung ihrer ventralen Flächen aufzuweisen haben, liegt die ganz dünne, dorsale Blasenwandung den Parapophysen nicht mehr unmittelbar an, sondern wird von diesen durch die den Winkel zwischen Parapophysen und Wirbeln ausfüllenden Nieren, die ausserdem links stärker entwickelt sind, getrennt. Auch median unterbleibt die Befestigung der Schwimmblase an die Wirbelsäule, und es wird der freie Raum zwischen dieser und der dorsalen Blasenwandung von den grossen Blutgefässen aufgenommen.

Molva elongata.

Die Schwimmblase dieser Art ist derjenigen von *M. byrkelange* sehr ähnlich; sie besteht aus einem vorn seicht ge-
Taf. IV. F. 3. gabelten sonst spindelförmigen Sack, welcher vorn den 6 Wirbel erreicht und ventral vom 33 Wirbel spitz endet. Unterscheiden tun sich die genannten beiden Blasenformen, erstens durch die Gabelung des vorderen Blasenendes, welche bei *M. elongata* verhältnismässig tiefer erscheint als bei *M. byrkelange*, zweitens dadurch, dass sich an der Schwimmblase von *M. elongata* die beiden Gabeläste nicht an die Wirbelsäule befestigen, sondern in Bindegewebige Züge auslaufen, die sich an die Fascia der Leibeshöhlenmuskulatur befestigen. Schliesslich unterscheiden sich die beiden Blasenformen dadurch, dass die Schwimmblase bei *M. elongata* nirgends auf die Rippen übergreift, sondern in ihrer
Taf. IV. F. 11. Befestigung streng an die Spitzen der Parapophysen gebunden ist. Zwischen dorsaler Blasenwandung und Wirbelsäule bleibt hier wie dort ein Raum zur Aufnahme von Aorta und Nieren frei.

Wirbelsäule. Den Bau der Wirbelsäule dieser Art habe ich nicht näher studieren können, weil ich dieselbe leider nicht aufbewahrt habe. Aus jener Zeit, wo ich mich mit der Dissektion dieser Schwimmblasenform beschäftigte (1912), kann ich mich doch mit Bestimmtheit erinnern, dass die Parapophysen eine ähnliche Stellung einnahmen, wie bei *M. byrkelange*. Jedoch waren die Parapohpysen, so viel ich mich erinnere, verhältnismässig schmäler und länger als bei *M. byrkelange*.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln fehlen.

Molva vulgaris.

Wirbelsäule. Die Gesamtzahl der Wirbel betrug 63. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. Die folgenden vier Wirbel tragen je ein Paar starke, ventralwärts gebogene Rippen, die den Wirbelkörpern weit dorsal ansitzen. Die Körper der Wirbel 1—3 sind breiter als lang, derjenige des 4 Wirbels ebenso breit wie lang, während der Körper des 5 Wirbels länger als breit ist; das vorderste Ende der Wirbelsäule erscheint

also Keulenförmig verdickt. Das erste Parapophysenpaar findet sich am 5 Wirbel; es sind dieses kleine, dreieckige Knochen, die dem Wirbelkörper vorn, seitlich und weit dorsal ansitzen. Die Parapophysen des darauf folgenden Wirbels sind gleichfalls dreieckige, aber schon bedeutend grössere Knochen, welche dem Wirbelkörper vorn seitlich, aber nicht ganz so weit dorsal, wie diejenigen des 5 Wirbels, ansitzen. Die Parapophysen der Wirbel 8—13 sind Blattförmig; sie sitzen mit ihrer ganzen Basis dem Wirbelkörper vorn seitlich und weit ventral an. Ihr vorderer Rand ist stark konvex, der hintere, besonders an der Basis, konkav. Vom 14 Wirbel ab nehmen die Parapophysen merkbar an Länge zu und neigen ausserdem immer mehr ventralwärts, zu gleicher Zeit wie sie sich immer mehr nach hinten hin richten. Die Parapophysen der Wirbel 14—16 sind halbspiessförmig, diejenigen der Wirbel 18—21 als türkensäbelförmig und diejenigen der Wirbel 22—25 als hakenförmig zu bezeichnen. An den Körpern der Wirbel 6—20 kann ventral rechts eine Vertiefung, die zur Aufnahme der Aorta dient, wahrgenommen werden. Der erste Haemalbogen befindet sich am 26 Wirbel. Taf. I. F. 2.

Muskeln. Die Schwimmblase von *M. vulgaris* zeichnet sich durch zwei zu ihr in Beziehung tretende Muskeln aus. Diese Muskeln, welche die später zu beschreibenden vorderen Gabeläste des Organes seitlich auskleiden, sind sichelförmige, dünne Blätter, deren Fasern von hinten-innen nach vorn-aussen verlaufen. Median befestigen sich die beiden Muskeln an die ventrale Blasenwandung. Lateral dagegen befestigen sie sich im Winkel zwischen Schwimmblase und Leibeshöhlenwandung an die Fascia der Rumpfmuskulatur. Beim untersuchten Individuum waren die Muskeln um ein Drittel länger als die Gabeläste und etwa halb so breit wie die Schwimmblase in der Höhe der Gabelung. Innerviert werden die Muskeln von einem Zweige des zweiten Spinalnerven.

Die Schwimmblase. Ihrer Form nach kann die Schwimmblase von *M. vulgaris* gewissermassen mit einem Hammerstiele verglichen werden. Ihr vorderes Ende ist tief gegabelt. Schwanzwärts von der Gabelung erscheint die Schwimmblase eine Strecke weit verjüngt. Darauf ist die Schwimmblase eine Strecke

Taf. IV. F. 2. weit gewissermassen aufgeblasen, um später von neuem an Breite abzunehmen, bis sie im hintersten Winkel der Leibeshöhle, ventral vom 26 Wirbel, verhältnismässig stumpf endet. Das vordere Blasenende befindet sich median ventral vom 4 Wirbel. Von diesem wird es durch die proximalen Enden der beiden, ebenfalls an den Körper des genannten Wirbels befestigten, Schlundknochenmuskeln getrennt. Die inneren Ränder der Gabeläste ziehen über diese Muskeln nach vorn aussen dorsal hinweg, wo sie sich vermittelst bindegewebiger Züge an die Leibeshöhlenwandung befestigen. Auch seitlich befestigen sich die Gabeläste zum Teil
Taf. V. F. 3. an diese Wandung, zum Teil aber an die Rippen der Wirbel 3—6. Weiter schwanzwärts, und zwar im Bereiche der Wirbel 7—26, ist die Befestigung der Schwimmblase seitlich streng auf
Taf. V. F. 4, 6, 7. die Parapophysen begrenzt. Median bleibt zwischen Wirbelsäule und dorsaler Blasenwandung ein Raum zur Aufnahme der Nieren und Aorta frei.

Lota vulgaris.

W i r b e l s ä u l e. Die totale Anzahl Wirbel war 62. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. An die folgenden vier Wirbel lenken griffelförmige, stark ventralwärts gebogene Rippen. Die Parapophysen der Wirbel 7—19 sind spangenförmige recht stark ventralwärts gebogene Knochen, deren Spitzen halb-spiessförmig gestaltet sind. Diese Parapophysen gehen von den Wirbelkörpern vorn, seitlich und weit dorsal ab. Der erste Haemalbogen tritt am 20 Wirbel auf.

D i e S c h w i m m b l a s e dieser Art könnte gewissermaassen als eine plumpe Nachbildung der Schwimmblase von *M. vulgaris* bezeichnet werden. Es kann nämlich auch bei *L. vulgaris* von einer Gabelung des vorderen Blasenendes gesprochen werden, obgleich sowohl der mediane Einschnitt, wie die seitlichen Gabeläste bei dieser Art breit abgerundet sind. Hinter der Gabelung ist die Schwimmblase von *L. vulgaris* eine Strecke weit verjüngt, wenn auch nicht so ausgesprochen wie es dieses bei *M. vulgaris* der Fall war. Ihr hinteres, breit abgerundetes, Ende füllt die Leibeshöhle hinten aus.

Das vordere Ende des Organes erreicht median den 3 Wirbel,

von dem die Schwimmblase durch die proximalen Enden der beiden Schlundknochenmuskeln getrennt ist. Links und rechts von diesen Muskeln ist die Schwimmblase an die Leibeshöhlenwandung und seitlich an die Rippen der Wirbel 4—6 befestigt. Vom 7 Wirbel ab bis zum Schluss der Leibeshöhle ist die Schwimmblase seitlich teils an die Spitzen der Parapophysen, teils an die Leibeshöhlenwandung befestigt. Wo diese Knochen weit dorsal von den Wirbelkörpern abgehen, bleibt also im Winkel zwischen Wirbelkörpern und Parapophysen, dorsal von der Schwimmblase ein bedeutender Raum zur Aufnahme von Aorta und Nieren frei.

Muskeln. Die Schwimmblase von *L. vulgaris* ist durch das Vorkommen ähnlicher zu ihr in Beziehung tretender Muskeln, wiebei *M. vulgaris* ausgezeichnet. Es kleiden nämlich die genannten Muskeln, deren Fasern von hinten-innen nach vorn-aussen ziehen, die beiden Gabeläste fast vollkommen aus, strecken sich aber ausserdem noch über einen Teil des verjüngten, mittleren Blasenabschnittes hinweg, wärend ihre medianen Ränder, dort wo sich die Muskeln an die Blasenwand befestigen, in der Medianebene fast zusammenstossen.

Literatur: Bei Delaroche[1] finde ich eine Beschreibung der Schwimmblase von *L. vulgaris,* die sich der Hauptsache nach mit einem Beobachtungen deckt. Es scheint dieser Verfasser jedoch die beiden Schwimmblasenmuskeln übersehen zu haben; erwähnen thut er sie jedenfalls nicht. Er schreibt nämlich: "La vessie est oblongue, large et arrondie à son extrémité postérieure. Elle se rétrécit graduellement en avant. Son extrémité antérieure sélargit subitement, et présente une échanerure arrondie, qui lui donne l'aspect d'un croissant, dont les angles seroint arrondis."

Brosmius brosme.

Wirbelsäule. Die totale Anzahl der Wirbel betrug 64. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. Taf. I. Fig. 3. Die folgenden vier Wirbel tragen starke, ventralwärts gebogene Rippen. Die zwei ersten Wirbel sind breiter als lang, die folgenden vier Wirbel etwa ebenso breit wie lang; es kommt also nicht

[1] Delaroche, F.: Observations sur la vessie aérienne des Poissons. Annales du Musée d'historie Naturelle t. 14 p. 279.

zu einer keulenförmigen Verdickung das vordersten Endes der Wirbelsäule. Das erste Parapophysenpaar findet sich am 7 Wirbel; und zwar als kleine, dreieckige Knochen, die dem Wirbelkörper seitlich, recht weit dorsal ansitzen. Die folgenden fünf Parapophysenpaare sind gestielte Knochen, die der Form nach zwischen den hakenförmigen und den säbelförmigen stehen. Sie nehmen vom 8—17 Wirbel rasch an Länge zu, zugleicher Zeit wie sie allmählich immer mehr ventralwärts neigen. Vom 18 Wirbel ab sind die Parapophysen säbelförmig und bedeutend stärker ventralwärts geneigt als die kopfwärts von diesen Wirbel gelegenen Parapophysen. Der erste Haemalbogen findet sich am 24 Wirbel.

Muskeln. Zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln sind bei *Br. brosme* vorhanden, und zwar als zwei dünne, vorn und hinten breit abgerundete Blätter, welche den
Taf. IV. F. 6. vordersten Blasenabschnitt seitlich auskleiden. Mit ihren lateralen Rändern sind diese Muskeln im Winkel zwischen Schwimmblase und Leibeshöhlenwandung an die Schwimmblasenwandung befestigt. Ihre medianen Kanten sind an die ventrale Blasenwandung beiderseits der ventralen Mittellinie befestigt. Vorn stossen diese Kanten median zusammen während sie nach hinten hin auseinander weichen. Die Fasern dieser Muskeln haben einen zur Längsachse senkrechten Verlauf. Hierbei ist aber zu bemerken, dass bei diesem Individuum, die Schwimmblase ausserordentlich seltener Weise unversehrt war, und höchst wahrscheinlich *ad maximum* ausgespannt erschien. An einem zweiten untersuchten Individuum, dessen Schwimmblase gesprengt war, stiessen dagegen die beiden Schwimmblasenmuskeln ihrer ganzen Länge
Taf. IV. F. 7. nach median zusammen; wo diese Muskeln hier auch bedeutend dicker waren als bei jenem Fische, mag es sein, dass diese Unterschiede auf eine verschieden starke Kontraktion der Muskeln beruhte.

Schwimmblase. Erschienen jene Merkmale, welche
Taf. IV. F. 6. die Schwimmblase der voran erwähnten drei *Molva*-arten auszeichneten und bei *M. vulgaris* kulminierten, nämlich die Gabelung des vorderen Blasenendes und die Verjüngung des mittleren Abschnittes, bei *Lota vulgaris* schon gewissermaassen verwischt,

kann von einer Gabelung der Schwimmblase von *Brosmius brosme* überhaupt nicht die Rede sein. Nach abtrennen der voran erwähnten Schwimmblasenmuskeln erweist sich nämlich das vordere Blasenende, welches sich ventral vom 6 Wirbel befindet, stumpf abgerundet. Weiter schwanzwärts ist die Schwimmblase im Bereiche der Blasenmuskeln eine Strecke weit verjüngt um später — etwa zwischen den Wirbeln 14—21, mächtig aufgeblasen zu erscheinen und schliesslich ventral vom 23 Wirbel, also vor Schluss der Leibeshöhle, breit abgerundet zu enden. In seitlicher Taf. IV. F. 13. Ansicht erscheint die Schwimmblase von *Brosmius brosme* (Fig. 13), sowohl vorn wie hinten in schräg dorsoventraler Richtung gewissermaassen abgeplattet. Die Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle erfolgt in folgender Weise. Vorn und median ist die Schwimmblase mit einer dicken, die proximalen Enden der Schlundknochenmuskeln überbrückenden bindegewebigen Membran fest verbunden. Auch dorsal ist die Schwimmblase eine Strecke schwanzwärts von ihrem vorderen Ende an diese Membran befestigt. Seitlich ist der vorderste Teil der Schwimmblase vermittelst einer starken, die Nieren überbrückenden Membran an die bei *Br. brosme* besonders dicke Fascia der Leibeshöhlenmuskulatur befestigt. Nach durchtrennen jener Membran und abtragen der Nieren findet man, dass das vorderste Schwimmblasenende seitlich ausserdem noch an den Körper des 6 Wirbels befestigt ist. Weiter schwanzwärts erfolgt die Befestigung der Schwimmblase derart, dass von der seitlichen Blasenwandung eine bindegewebige Membran abgeht, welche die Lücken zwischen dem 4 Rippen- und dem ersten Parapophysenpaare, sowie diejenigen zwischen den ersten, zweiten und dritten Parapophysenpaaren überspannt und somit dorsal von den Nieren zu liegen kommt. An die Parapophysen aber ist die Schwimmblasenwandung unvermittelt befestigt, um sich median den Nieren anzulegen. Es werden also die Nieren ihrer ganzen Länge nach ventral von der Schwimmblasenwandung ausgekleidet. Ausserdem werden sie dort, wo die Schwimmblasenwandung die Lücken zwischen den Parapophysen überbrückt, auch dorsal von einer von den Schwimmblasenwandung abgehenden, bindegewebigen Membran ausgekleidet; das ganze macht den Eindruck, als ob sich die äussere Schwimmblasenmembran hier in einen ventral und einen dorsal von den

Nieren gelegenen Teil spaltete. Weiter schwanzwärts erfolgt die Befestigung der Schwimmblase an die Parapophysen derart, dass die Schwimmblasenwandung sowohl zwischen diesen Knochen wie an ihnen die Nieren einfach überbrückt. Median liegt die äusserst dünne Schwimmblasenwandung den Wirbelkörpern einfach an. Die linke Niere ist stärker entwickelt als die rechte. Rechts verläuft die Aorta in einer Rinnenförmigen Vertiefung der Wirbelkörper. Die Blasenwandung des hintersten Abschnittes ist beträchtlich dünner als am vorderen Ende.

Gadus poutassou.

Wirbelsäule. Die totale Anzahl der Wirbel betrug bei
Taf. I. F. 1. den von mir untersuchten Individuum 56. Die vordersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die folgenden zwei Wirbel tragen je ein Paar verhältnismässig lange, schwach ventralwärts gebogene Rippen. Am 5 und 6 Wirbel treten die ersten Parapophysen als kleine, dem Wirbelkörper vorn, seitlich und recht weit ventral ansitzende, höckerartige Fortsätze auf. Vom 7 Wirbel ab nehmen die Parapophysen nach hintenhin ganz allmählich an Länge zu. Die Parapophysen der Wirbel 7—16 stehen annähernd senkrecht zur Längsachse der Wirbelsäule und sind nur schwach ventralwärts gebogen. Vom 17 Wirbel ab neigen sie nach hinten hin immer stärker ventralwärts, zu gleicher Zeit wie sie sich immer mehr schwanzwärts richten. Von den Parapophysen können diejenigen der Wirbel 7—20 als hakenförmig bezeichnet werden; sie sind kaum merkbar geflügelt und es stehen je zwei Paar Nachbarparapophysen weit auseinander. Die Parapophysen der Wirbel 21—23 sind als säbelförmig zu bezeichnen. Der erste Haemalbogen trat bei dem einen von mir untersuchten Individuum am 24 Wirbel bei einen zweiten am 22 Wirbel auf.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln sind nicht vorhanden.

Taf. VIII. Schwimmblase. Die Schwimmblase stellt einen langestreckten einfachen Sack dar. (Fig. 11). Ihr vorderes, in eine Spitze ausgezogenes Ende reicht über die hintere Hälfte des *Os basioccipitale* hinaus. Im Bereiche der Wirbel 1—10 nimmt die Schwimm-

blase allmählich an Breite zu, um später wieder ebenso allmählich an Breite abzunehmen. Am 24 Wirbel tritt die Schwimmblase in den Haemalkanal ein, wo sie ventral vom 30 Wirbel mit einer fein ausgezogenen Spitze endet. Taf. VIII. F. 5.

Die Schwimmblase ist seitlich an die Parapophysen befestigt, greift aber über dieses noch auf die, an die Spitzen der Parapophysen lenkenden Rippen über. Die Befestigung des Organes ist jedoch nicht fester, als dass die Schwimmblase leicht und unversehrt freigelegt werden kann. Auch der vom Haemalkanal aufgenommene Blasenabschnitt lässt sich ohne weiteres aus diesem herausziehen.

Gadus Esmarkii.

W i r b e l s ä u l e. Die gesamtzahl der Wirbel betrug bei dem untersuchten Individuum 51. Die ersten zwei Wirbeln tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die Wirbel 3—4 tragen je ein Paar Parapophysen, an deren Spitzen die Rippen nunmehr lenken, Die Parapophysen dieser Wirbel sind säbelförmig, mit verdickter hinteren Kante und ganz dünnen vorderen Flügeln. Sie nehmen von 6 bis zum 12 Wirbel ganz allmählich an Länge zu, um weiter schwanzwärts ebenso allmählich an Länge abzunehmen. Der erste Haemalbogen trat am 17 Wirbel auf.

M u s k e l n. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln sind nicht vorhanden.

S c h w i m m b l a s e. Bei einem 16 cm. langen ♀ war die Schwimmblase 70 mm. lang und 16 mm. breit. Sie erreichte median vorn den 2 Wirbel. Das vordere Blasenende ist gegabelt. Die Gabeläste, die nach vorn aussen ziehen, sind seitlich vom *Os basioccipitale* locker befestigt. Sie enden blind und spitz. Dicht hinter der Gabelung ist die Schwimmblase querüber leicht verjüngt und in dorsoventraler Richtung abgeplattet. Weiter schwanzwärts d. h. etwa im Bereiche der Wirbel 4—16 ist die Schwimmblase bauchartig aufgetrieben. Schwanzwärts vom 17 Wirbel wird die Schwimmblase vom erweiterten Haemalkanal aufgenommen, wo sie ventral vom 28 Wirbel spitz und blind endet. Im Bereiche der Wirbel 2—5 ist die Schwimmblase seitlich an die Taf. VIII. F. 9, 10

Rippen befestigt. Vom 6 Wirbel ab bis zum 16 Wirbel befestigt sich die Schwimmblase seitlich an die Parapophysenspitzen. Die Befestigung ist jedoch nirgends stärker, als dass die Schwimmblase vermittelst Messer und Pincette mit einiger Vorsicht unversehrt von der Wirbelsäule abgetrennt werden kann. Der vom Haemalkanal aufgenommene Blasenabschnitt kann ohne weiteres aus diesem herausgezogen werden. Der Raum zwischen dorsaler Blasenwandung und der Wirbelsäule wird von der Aorta und dem Nierengewebe aufgenommen.

Gadus minutus.

W i r b e l s ä u l e. Die totale Anzahl der Wirbel var 50.
Taf. I. F. 5 u. 6. Die vordersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. Am dritten und vierten Wirbel lenken je ein Paar Rippen. Die ersten deutlichen Parapophysen treten am 5 Wirbel auf. Es sind diese, sowie auch die Parapophysen der folgenden 6—7 Wirbel noch verhältnismässig breite Knochen, die aber nach hinten hin immer schmäler und spitzer werden. Der erste Haemalbogen, der sehr weit ist, tritt am 16 Wirbel auf; auch die Haemalbogen der Wirbel 17—22 sind noch deutlich erweitert. Am 15 Wirbel waren die langen Parapophysen nicht median vereinigt.

S c h w i m m b l a s e. Die Schwimmblase erreicht vorne den 2 Wirbel. Sie ist vorn tief gegabelt und es ziehen die Gabeläste nach vorn aussen, um seitlich von dem *Os basioccipitale* spitz, blind und frei zu enden. Dicht hinter der Gabelung ist die Schwimmblase eine Strecke weit verjüngt. Weiter schwanzwärts ist sie bauchartig aufgetrieben. Bereits in der Höhe des 16 Wirbels tritt die Schwimmblase in den erweiterten Haemalkanal
Taf. VIII. F. 6. ein, wo ihr in eine feine Spitze ausgezogenes hintere Ende den 24 Wirbel erreicht. Dieser Kanal wird jedoch nicht vollständig von der Schwimmblase ausgefüllt, indem ein Teil desselben, dorsal von der Schwimmblase, von der Aorta und den Nieren aufgenommen wird, während sich ventral von der Schwimmblase die Leibeshöhle bis etwa zum zweiten Haemalbogen erstreckt. Mit Ausnahme eines schmalen, medianen Streifens der dorsalen Blasenwandung, welche durch Aorta und Nieren von der

Wirbelsäule getrennt wird, ist die Schwimmblase sowohl dorsal wie seitlich an die spangenförmigen Parapophysen befestigt. Ausserdem greift sie eine Strecke weit auf die, an die Spitzen dieser Knochen lenkenden, grätenförmigen Rippen über.

Muskeln. Es fehlen besondere zur Schwimmblase im Beziehung tretende Muskeln.

Gadus merlangus.

Wirbelsäule. Die totale Anzahl der Wirbel betrug 54. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die folgenden zwei Wirbel tragen ein Paar Rippen. Am 5 Wirbel treten die ersten Parapophysen als zwei kleine, Knochenhöcker auf. Die Parapophysen der folgenden vier Wirbel sind als halb-blattförmig zu bezeichnen, die darauf folgenden Parapophysen als türkensäbelförmig und die Parapophysen der Wirbel 19—20 als hakenförmig zu bezeichnen. Von vorn nach hinten neigen die Parapophysen immer mehr ventralwärts, bis diejenigen des 21 Wirbels unter Bildung des ersten Haemalbogens ventral verwachsen. Taf. 1. F. 7.

Muskeln. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln fehlen.

Schwimmblase. Das verhältnismässig spitze vordere Ende der Schwimmblase erreicht vorn die Höhe des 3 Wirbels. Schwanzwärts nimmt die Schwimmblase allmählich an Breite zu, bis dass sie in der Höhe des 5 Wirbels ein Paar seitliche Hörner abgiebt, die nach vorn ziehen und beiderseits der Schädelbasis frei, spitz und blind enden. Nach Abgabe dieser Hörner nimmt dann die Schwimmblase allmählich an Breite ab. In der Höhe der Wirbel 20—23, — verschieden bei verschiedenen Individuen — tritt die Schwimmblase in den Haemalkanal ein um dort, ventral vom 25 Wirbel, spitz zu enden. Manchmal können an der Schwimmblase und zwar kopfwärts von den Abgangsstellen der ebenerwähnten Schwimmblasenhörner, kleine seitliche Zacken wahrgenommen werden. Binnen der Leibeshöhle ist die Schwimmblase seitlich ihrer ganzen Länge nach teils an die Parapophysenspitzen, teils an die Fascia der Taf. IV. F. 12.

Rumpfmuskulatur befestigt, und dieses zwar so, dass die Blasenwandung eine Strecke ventral von den Parapophysenspitzen auf die Leibeshöhlenwandung übergreift. Dorsal wird die Schwimmblase durch Aorta, Nieren und *V. V. cardinales* von der Wirbelsäule getrennt. Von den Nieren ist zu bemerken, dass ihr caudaler Abschnitt verdickt erscheint. Folglich ist dort die dorsale Blasenwandung verhältnismässig weit von den Wirbelkörpern entfernt. Der kopfwärts von den Hörnern liegende Teil der Schwimmblase ist vermittelst bindegewebiger Züge an die Rumpfmuskulatur befestigt. Die Hörner dagegen sind der Fascia dieser Muskulatur nur locker angefügt. Der vom Haemalkanal aufgenommene Blasenabschnitt lässt sich ohne weiteres aus diesem herausziehen.

Literatur: Diese Schwimmblasenform ist von Delaroche (l. c. p. 279) wie folgt beschrieben: "La vessie est presque entière sur les bords, rétrécie en pointe à ces deux extrémités. Les appendices, en form de cornes, naissent de ces bords latéraux, près de leur extrémité antérieure et un peu en dessous. Elles sont un peu plus petites que dans la morue (G. morrhua). Je n'ai point apperçu de muscles propres de la vessie". Wie man sieht, eine Beschreibung die sich mit meinem Befunden, mit der Ausnahme deckt, dass Delaroche den Eintritt des hinteren Blasenendes in den Haemalkanal nicht erwähnen tut.

Gadus pollachius.

Wirbelsäule. Die gezamtzahl der Wirbel betrug 51. Die vordersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die darauf folgenden zwei Wirbel tragen je ein Paar griffelförmige, ventralwärts gebogene Rippen. Am 5 Wirbel
Taf. II. F. 2. treten die ersten Parapophysen als winzige Knochen auf, die den Wirbelkörpern seitlich am vorderen Rande und weit dorsal ansitzen. Die ersten wohl ausgebildeten Parapophysen treten an 6 Wirbel auf; es sind dieses kleine, blattförmige Knochen die dem Wirbelkörper vorn, seitlich und recht weit dorsal ansitzen. Auch die Parapophysen des 7 Wirbels sind als blattförmig zu bezeichnen; jedoch haben sie eine bedeutend schärfere Spitze

aufzuweisen als diejenigen des 6 Wirbels. Die Parapophysen der Wirbel 8—11 sind als halbspiessförmig zu bezeichnen, indem sie vorn ausgesprochen, hinten eben nur angedeutet geflügelt erscheinen. Die Wirbel 12—19 tragen säbelförmige Parapophysen mit verdickter hinterer Kante, welche dorsal als eine deutlich entwickelte Crista hervortritt. Mit Ausnahme der zwei letzten Parapophysenpaare, die schwach schwanzwärts neigen, stehen die Parapophysen annähernd senkrecht zur Wirbelsäule. Die ersten Parapophysen stehen annähernd horizontal. Die folgenden vier, fünf Paare neigen nach hinten hin allmählich immer stärker ventralwärts. Vom sechsten Paare ab wird dann der verhältnismässig kleine Winkel, den die Parapophysen querüber der Wirbelsäule mit einander bilden, nach hinten hin nur wenig kleiner. Zwischen den Parapophysen, die weit auseinander stehen, treten Pseudoparapophysen als Flügel der Wirbelkörper auf. Der erste Haemalbogen, der sehr weit ist, tritt am 20 Wirbel auf. Auch die folgenden vier, fünf Haemalbogen sind deutlich erweitert, werden aber von vorn nach hinten allmählich immer enger. Der erste Haemalbogen hat selten einen deutlichen Dornfortsatz aufzuweisen.

Schwimmblase. Das breit abgerundete, vordere Ende erreicht vorne den 2 Wirbel, von dem das Blasenende durch die proximalen Enden der Schlundknochenmuskeln getrennt ist. Taf. IV. F. 4. Seitlich gehen vom vorderen Blasenende zwei hohle, hörnerartige Fortsätze ab. Diese Hörner, die eine plumpere Form aufweisen als die später zu beschreibenden, entsprechenden Gebilde bei *G. virens,* sind nach vorn aussen gerichtet. Sie endigen frei, stumpf und blind. Dicht hinter den Hörnern ist die Schwimmblase meist leicht angeschwollen. Weiter schwanzwärts nimmt sie allmählich an Breite ab. Oft, aber lange nicht immer, findet Taf. IV. F. 5. man ihre seitliche Kontur leicht gezackt, selten doch so ausgesprochen, wie an der abgebildeten Schwimmblase.

In der Höhe des 20 Wirbels tritt die Schwimmblase in den Haemalkanal ein, wo sie den 25 Wirbel erreicht und spitz und blind endet. Der vordere Blasenabschnitt ist seitlich vermittelst bindegewebiger Züge an die ersten vier Rippenpaare befestigt. Vom 6 Wirbel ab ist die Schwimmblase binnen der Leibeshöhle seitlich an die Spitzen der Parapophysen befestigt, während der

vom Haemalkanal aufgenommene Blasenabschnitt mit den Haemalbogen verbunden ist. Die Befestigung der Schwimmblase an die Parapophysen ist eine so sehr feste, dass es mir noch nicht gelungen ist die Schwimmblase unversehrt von den Skeletteilen loszulösen.

Muskeln. An der Schwimmblase treten kleine, meist
Taf. IV. F. 4. 5. dreieckige, manchmal ovale oder keulenförmige Muskelschilder auf, welche der ventralen Blasenwandung dicht hinter den vorderen Hörnern und rechts und links von der Mittlinie ansitzen. Meist sind diese Muskeln, deren Fasern zur Längsachse der Schwimmblase senkrecht gerichtet sind, oder schräg von hinten aussen nach vorn innen verlaufen, mit ihren Rändern ringsum an die Blasenwandung befestigt. Es kann aber auch vorkommen, dass der laterale Rand des einen oder anderen Muskels im Winkel zwischen Schwimmblase und Leibeshöhlenwandung an die letztere befestigt wird.

Gadus virens.

Wirbelsäule. Die Totalanzahl Wirbel war beim untersuchten Individuum 53. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. Die folgenden zwei Wirbel tragen griffelförmige, schwach ventralwärts gebogene Rippen. Am 5 Wirbel treten die ersten Parapophysen als kleine, dem Wirbelkörper vorn seitlich und recht weit dorsal ansitzende Knochen
Taf. II. F. 3. auf. Die Parapophysen der Wirbel 6—7, die deutlich blattförmige Knochen sind, gehen ebenso recht weit dorsal vom Wirbelkörper ab. Die ebenfalls blattförmigen Parapophysen der Wirbel 8—10 nähern sich schon den ventralen Flächen der Wirbelkörper; sie bilden mit einander und querüber der Wirbelsäule einen kleineren Winkel als die voran stehenden Parapophysen es tun. Die Parapophysen der Wirbel 9—20, bezw. 21—25, — verschieden bei verschiedenen Individuen — sind als Hakenförmig zu bezeichnen. Zwischen den Parapophysen, die verhältnismässig weit von einander stehen, treten Pseudoparapophysen als Flügel der Wirbelkörper auf. Die ersten zwölf Parapophysenpaare stehen annähernd senkrecht zur Wirbelsäule.

Etwa vom sechzehnten Wirbel ab schwanzwärts neigen die Parapophysen immer mehr caudalwärts. Vom vierten Paare ab schwanzwärts nimmt der Abstand zwischen den Parapophysenspitzen querüber der Wirbelsäule allmählich ab. Zugleicher Zeit wird der Winkel, den diese Parapophysen mit einander bilden, von vorn nach hinten allmählich immer kleiner. Der erste Haemalbogen, der sehr weit ist, tritt am 23—26 Wirbel auf. Auch die folgenden vier, fünf Haemalbogen sind deutlich erweitert. Der erste Haemalbogen hat keinen deutlichen Dornforsatz auf- Taf. II . F. 1. zuweisen, sondern an dessen Stelle eine mediane Verdickung des Haemalringes. Oft unterbleibt sogar der Verschluss des ersten Haemalbogens, dessen beide Schenkel dann ventral frei enden und einen entschieden rudimentären Eindruck machen. An den ventralen Flächen der Wirbelkörper treten deutliche Vertiefungen auf, die zur Aufnahme der Aorta dienen. Diese Vertiefungen liegen schvanzwärts median, kopfwärts an der rechten Seite der Wirbelkörper.

M u s k e l n. Am vorderen Ende der Schwimmblase kommen an der ventralen Blasenwandung ein Paar Muskeln vor, welche meist lange, schmale Streifen, mit zur Längsachse quergestellten Fasern sind. Manchmal sind sie besser entwickelt und stellen vorn und hinten abgerundete Schilder dar, deren seitliche Ränder jedoch nicht den Winkel zwischen Schwimmblase und Leibeshöhlenwandung erreichen. Ein anderes Mal fehlten die Muskeln gänzlich; es machen diese Muskeln überhaupt einen rudimentären Eindruck.

S c h w i m m b l a s e. Das vordere Ende der Schwimmblase streckt sich vorn bis zur Schädelbasis und wird von ihr durch die proximalen Enden der beiden Schlundknochenmuskeln getrennt. Rechts und links von diesen Muskeln gehen wom vorderen Blasenende zwei kleine Hörner ab, die hohl sind, nach Taf. IV. F. 8. vorn ziehen und spitz und blind enden; meist sind diese Hörner schwach nach innen gekrümmt. Dicht nach Abgabe dieser Hörner erscheint das vordere Blasenende meist angeschwollen, darauf über eine Strecke weit leicht verjüngt, um im hinteren Teil der Leibeshöhle wieder leicht anzuschwellen. Es kann aber auch vorkommen, dass die seitliche Schwimmblasenkontur ihrer ganzen Länge nach fast gestreckt verläuft; diese Formver-

schiedenheiten dürften dann von dem Füllungsgrade des Organes abhängig sein. Es fehlen aber stets seitliche Zacken. Ventral vom 23—26 Wirbel — verschieden bei verschiedenen Individuen — tritt die Schwimmblase in den erweiterten Haemalkanal ein, wo ihr hinterster, kegelförmiger Abschnitt ventral vom 28, 29 oder sogar 30 Wirbel spitz endet. Vorn und median wird, wie schon erwähnt, die Schwimmblase von der Wirbelsäule durch die beiden Schlundknochenmuskeln getrennt. Seitlich ist der vordere Blasenabschnitt an die ersten vier Rippenpaare befestigt, und zwar so, dass zwischen diesen Knochen und der dorsalen Blasenwandung ein Raum zur Aufnahme der Nieren freibleibt. Vom 6 Wirbel ab, und so weit nur Parapophysen vorhanden sind, ist die Schwimmblase seitlich an die Spitzen dieser Knochen befestigt und zwischen ihnen an die Fascia der Leibeshöhlenwandung. Dorsal bleibt zwischen Wirbelsäule und Schwimmblasenwandung ein Raum zur Aufnahme von Aorta und Nieren Frei.

Gadus aeglefinus,

Wirbelsäule. Die Totalanzahl Wirbel betrug 52—54. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapo-
Taf. III. F. 6. physen. Dem folgenden Wirbel fehlen ebenfalls die Parapophysen. Dagegen trägt dieser Wirbel ein Paar kurze, ventralwärts gebogene Rippen, welche unvermittelt an den Wirbelkörper lenken. Das erste Parapophysenpaar tritt am 4 Wirbel auf, und besteht aus verhältnismässig kleinen, spitzen Knochen mit einer vertikal gestellten hinterer Fläche. Die Parapophysen des 5 Wirbels sind um die Hälfte länger als jene. Sie sind langestreckte, dreieckige Knochen, mit schief nach vorn dorsal gerichteten ventralen Flächen. Die Parapophysen der folgenden drei Wirbeln sind halbspiessförmige Knochen, die mit ihrer breiten Basis den Wirbelkörpern seitlich und recht weit dorsal ansitzen. Die Parapophysen der Wirbel 9—17 sind als säbelförmig zu bezeichnen, d. h. sie haben eine nach aussen gebogene vordere und nach innen gebogene hintere Kante aufzuweisen. Die Parapophysen der Wirbel 18—21 unterscheiden sich von den

ebenbeschriebenen Parapophysen hauptsächlich dadurch, dass ihre Spitzen zu ventral offenen Rinnen umgebogen sind. Die Parapophysen des 22 Wirbels unterscheiden sich von denjenigen des 21 Wirbels dadurch, dass nur ihre vordere Kante ventralwärts gebogen ist, während die hintere Kante an der Spitze der Parapophysen einen nach innen gerichteten dreieckigen Flügel aufzuweisen hat. Der erste Haemalbogen tritt am 23 Wirbel auf. Dieser Bogen dürfte aus einem Verwachsen zweier Parapophysen, vom der Gestalt derjenigen des 22 Wirbels, unter Aufkommen eines unpaaren, nach hinten ventral gerichteten Dornes, entstanden sein; eine Deutung die mir um so wahrscheinlicher erscheint, als bei einem zweiten untersuchten Individuum beide Parapophysen des letzten Rumpfwirbels mit je einem, von der Spitze des voran erwähnten Flügels ausgehenden Dornes versehen waren, während bei einem dritten Individuum eine solche Bajonettenform der Parapophysen des in Frage stehenden Wirbels nur links entwickelt war. Taf. III. F. 6.

Auch die Haemalbogen des zweiten und dritten Schwanzwirbels haben rinnenförmig gebogene laterale Kanten und mediane, in einen unpaaren Dorn auslaufende Flügel aufzuweisen.

Von der Stellung der Parapophysen zur Wirbelsäule sei erwähnt, dass die vordersten acht Paare annähernd senkrecht zur Wirbelsäule stehen; nur an den Spitzen sind sie leicht schwanzwärts gebogen, richten sich aber Später allmählich immer mehr nach hinten, jedoch ohne dabei, wie es dieses bei den anderen untersuchten Gadiden der Fall ist, beträchtlich an Länge abzunehmen. Dagegen ändert sich der Winkel, den die Parapophysen querüber der Wirbelsäule mit einander bilden vom ersten bis zum sechzehnten Paare nur wenig von vorn nach hinten; nur die zwei, drei hintersten Paare sind bedeutend stärker ventralwärts geneigt als die übrigen. Mit Ausnahme der drei ersten Paare sind sämtliche Parapophysen verhältnismässig dünne Knochen, die dorsal nur an der Basis eine ausgebildete Crista aufzuweisen haben.

M u s k e l n. Am vorderen Ende der Schwimmblase von *G.* Taf. IV. F. 10.
aeglefinus finden sich zwei dicke, vorn und hinten abgerundete, im Querschnitt kreisrunde bis eliptische Muskeln, deren seitliche Ränder an der Grenze zwischen der eigentlichen Schwimmblase Taf. V. F. 11.

und ihren seitlichen Zacken an die ventrale Blasenwandung befestigt sind. Auch median erfolgt die Befestigung der Muskelränder an die ventrale Blasenwandung und zwar an einen verdickten medianen Streifen, der schwanzwärts von den Muskeln als eine deutlich verdickte Leiste der ventralen Blasenwandung ihrer ganzen Länge nach deutlich hervortritt. Manchmal stossen die medianen Ränder der Schwimmblasenmuskeln median zusammen. Ihre Fasern verlaufen von hinten- innen nach vorn-aussen- und liegen median der Blasenwandung nur locker an.

S c h w i m m b l a s e. Das stumpf abgerundete vordere Blasenende, dem ein Paar verhältnismässig kurze, dicht beisammen stehende, nach vorn aussen ziehende, spitz endende kleine Hörner ansitzen, erreicht vorn die Höhe des 4 Wirbels, von dem die Schwimmblase durch die proximalen Enden der beiden Schlund-
Taf. IV. F. 10. knochenmuskeln getrennt wird. Von der Abgangsstelle der eben genannten Hörner ab, ist die seitliche Blasenkontur ihrer ganzen Länge nach in 15—16 Paar Zacken zerlegt. Von diesen Zacken sind die zwei, drei vordersten Paare nach vorn aussen gerichtet. Die beiden folgenden Zackenpaare stehen gewöhnlich senkrecht zur Längsachse der Schwimmblase. Während die weiter nach hinten gelegenen Zacken allmählich immer stärker schwanzwärts gerichtet erscheinen. Die vordersten drei, vier Zackenpaare haben annähernd grade, gleich lange vordere und hintere Kanten, Bei intakter Lage des Organes, sind aber von den Zacken meist nur die äussersten Spitzen nach aussen von den Schwimmblasenmuskeln sichtbar. Vom vierten, fünften Zackenpaare ab schwanzwärts erscheint die vordere Kante der Zacken immer stärker konvex, die hintere konkav. Die Form der Zacken ist jedoch von dem Füllungsgrade des Organes abhängig; ist das Organ prall gefüllt, erscheinen die Zacken an den Spitzen abgerundet. Ausserdem pflegen sich die hinteren und vorderen Wände zweier Nachbarzacken im Winkel zwischen den Zacken — besonders bei grösseren Individuen — an einander zu legen. Ist das Organ dagegen nur halbgefüllt, treten die Zacken deutlicher hervor. Am deutlichsten sind sie an einer Schwimmblase, die eine Zeit lang in Formol gelegen hat und dessen Blasenwandung geschrumpft ist. Auch bei kleineren Individuen treten die Zacken deutlicher hervor als bei grösseren. Im inneren der Schwimmblase tritt die zwischen den

Zacken gefaltete Blasenwandung, als in das Blasenlumen hineinragende Septen auf, deren innere Ränder einen Teil eines Kreises ausmachen der von der freien ventralen Blasenwadung vervollständigt wird. Taf. V. F. 12. u. 13.

In der Höhe des 23 Wirbels tritt die Schwimmblase in den Haemalkanal ein, binnen welchem sie folgenden eigenartigen Bau aufzuweisen hat. Vom hinteren, binnen der Leibeshöhle gelegenem Ende der Schwimblase gehen drei hohle Fortsätze ab, die in den Haemalkanal hineinführen. Von diesen Fortsätzen ziehen die zwei seitlichen nach hinten aussen und sind mit ihren distalen Enden an die geflügelten Bogen des ersten Haemalringes befestigt. Der mittlere Fortsatz dagegen giebt seinerseits zwei seitliche Fortsätze ab, die mit ihren distalen Enden an die ebenfalls geflügelten Bogen des zweiten Haemalringes befestigt sind. Nach Abgabe dieser Fortsätze endet der mittlere Fortsatz ventral vom 26 Wirbel spitz und blind. Weiter ist zu bemerken, dass die dorsale Blasenwandung vom 16 Wirbel ab schwanzwärts allmählich immer weiter ventralwärts von den Wirbelkörpern entfernt erscheint, um schliesslich die gleiche Höhe der Parapophysenspitzen des 23 Wirbels zu behaupten; es bleibt auf diese Weise dorsal von der Wirbelsäule ein bedeutender, seitlich von den Parapophysen, dorsal von den Wirbelkörpern begrenzter Raum zur Aufnahme des Nierengewebes frei. Dagegen liegt die dorsale Blasenwandung median und kopfwärts von 16 Wirbel den Wirbelkörpern dicht an, während die Nieren einen ganz beschrenkten Raum im Winkel zwischen Parapophysen und Wirbelkörper ausfüllen. Schliesslich sei bemerkt, dass die Aorta im Bereiche des hinteren Blasenabschnittes, in der Medianlinie verläuft, während sie weiter Kopfwärts zur rechten Seite verschoben erscheint. Rechts und links von den Nieren ist die dorsale Blasenwandung an die Parapophysen, deren Spitzen sie vom 16 Wirbel kopfwärts ihrer ganzen Länge nach auskleidet, befestigt.

L i t e r a t u r, Die Schwimmblase von *G. aeglefinus* (Lin.) ist bei D e l a r o c h e (l. c. p. 278) wie folgt beschrieben: "La vessie est ovale-oblongue, arrondie en avant, pointue en arrière. Elle occupe toute la longueur de la cavité abdominale, mais ne ce prolongue point au-delá: elle est dentelée sur les côtés. De son extré-

mité antérieure naissent deux petites cornes ou appendices filiformes, arqués, libres à leur extrémité, qui est entièrment fermée. Les dentelures des côtés de la vessie, peuvent être considérées comme autant de petites appendices coniques qui viennent s'insérer aux apophyses transverses des vertèbres très développées chez ce poisson. Cette même paroi (inférieure) [1] présent sur ses côtés, est un peu plus antérieurment deux muscles assez épais, allongées obliquement d'arrière en avant et de dehors en dedans. Les fibres de ces muscles sont transversales et inserées par leur deux extrémitées à la membrane éxterne". — Mit Ausnahme der Behauptung, dass das hintere Blasenende sich nicht über die Leibeshöhle hinaus strecke, decken sich also die Beobachtungen von Delaroche mit meinen Befunden.

Gadus callarias.

Wirbelsäule. Die Totalanzahl der Wirbel betrug 51. Die vordersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen,
Taf. II. F. 5. die einfach ventralwärts gekrümmt sind, und zwar die hinteren stärker als die vorderen. Der 5 Wirbel trägt kleine, annähernd vertikal gestellte Parapophysen, an denen eine konkave vordere Kante wahrgenommen werden kann. An die ventralen Spitzen
Taf. III. F. 2. dieser Knochen lenkt das dritte Rippenpaar, als an der Basis ventralwärts, an den Spitzen nach hinten-ventral gebogene Knochen, die eine schräge, von hinten-dorsal nach vorn-ventral gerichtete Fläche aufzuweisen haben. Die Parapophysen des 6 Wirbels sind kleine, dreieckige Knochen, deren hintere, vertikal gestellte Kante stark verdickt ist, und deren ventrale Flächen flach Rinnenförmig gebogen sind. An die hintere Kante dieser Parapophysen lenkt das dritte Rippenpaar, die platte nach hinten aussen gerichtete und stark ventralwärts gekrümmte Knochen sind. Die Parapophysen des 7 Wirbels sind ebenfalls dreieckige Knochen mit ventralwärts gekrümmten, ventralen Flächen und vertikal gestellten hinteren Kanten. Die Parapophysen der Wirbel 8 und 9 gehen in die Hakenform über, d. h. sie haben eine nach aussen gebogene vordere und eine stark nach innen gebogene hintere Kante aufzuweissen.

[1] Delaroche bezeichnet die ventrale Blasenwandung als "inférieure" die dorsale als "supérieure".

Die ventralen Flächen dieser Parapophysen sind an den Spitzen schräg nach vorn-ventral gerichtet und zwar diejenigen des 8 Wirbels stärker als diejenigen des 9. Die Parapaphysen der Wirbel 5—7 stehen annähernd senkrecht zur Wirbelsäule, während diejenigen der Wirbel 8 und 9 schwanzwärts neigen, ohne jedoch vielmehr ventralwärts gebogen zu sein als jene. Am 10 Wirbel ändert sich dann sowohl die Form der Parapophysen, wie besonders ihre Stellung zur Wirbelsäule. Die Parapophysen der Wirbel 10—14 sind nämlich als türkensäbelförmig zu bezeichnen d. h. sie haben eine nach aussen gebogene vordere und eine an der Basis nach innen gebogene, an der Spitze geradlinjig abgeschnittene hintere Kante. Von diesen Parapophysen stehen die vier vorderen Paare annähernd senkrecht zur Wirbelsäule, sind aber bedeutend stärker ventralwärts gebogen als die Parapophysen der Wirbel 8 und 9. Nur die Parapophysen des 10 Wirbels haben eine an der Basis schräg nach vorn gerichtete Fläche aufzuweisen, während sowohl die Spitzen dieser Knochen, so wie die Flächen der übrigen in Frage stehenden Parapophysen überhaupt, fast gerade ventralwärts gerichtet sind. Betrachtet man das Parapophysengerüst von aussen seitlich, sieht man von den Parapophysen der Wirbel 5—9 fast nur die vordere Kante, während von den weiter schwanzwärts gelegenen Parapophysen ihre ganze dorsale Fläche zu sehen ist. Vom 15 Wirbel ab gehen die Parapophysen in die Hakenform über und werden immer mehr schwanzwärts gerichtet, zu gleicher Zeit wie sie immer stärker ventralwärts neigen. Verbindet man die Spitzen der Parapophysen einer Seite mit einander, erhällt man eine Linie, die vom ersten zum fünften Paar von der Wirbelsäule nach hinten-aussen und vom fünften bis zum letzten Parapophysenpaare nach hinten-innen zieht. Betrachtet man das Parapophysengerüst von der Seite, erscheint eine solche Linie umgekehrt S:förmig gekrümmt. In dieser Lage sieht man auch, dass die vordersten 9 Wirbel horizontal stehen, während die übrige Wirbelsäule am 10 Wirbel gewissermassen ventralwärts geknickt erscheint. Sämtliche Parapophysen sind dorsal mit einer starken Crista und wohl ausgebildeten Trabekeln ausgerüstet. Zwischen den Parapophysen findet man Pseudoparapophysen als Flügel der Wirbelkörper, welche Gebilde jedoch einen kleineren Winkel mit einander und querüber der Wirbel-

säule bilden, als die wahren Parapophysen. Der erste Haemalbogen tritt am 20—22 Wirbel auf und ist verhältnismässig weit.

Schwimmblase. Die Form der Schwimmblase von *G. callarias* ist recht verschieden bei verschiedenen Individuen. Auserdem scheint sie von dem Füllungsgrade des Organes ab-
Taf. VII. F. 17. hängig zu sein. So findet man bei 30—50 cm. langen Fischen in der Regel eine Schwimmblase folgender Form: Das vordere Blasenende, das median kopfwärts die Höhe des 3 Wirbels erreicht, ist breit, mit gerundeten seitlichen Ecken und schwach Kopfwärts gebogener vorderer Kante. Eine Strecke schwanzwärts von dieser Kante gehen seitlich von der Schwimmblase jene langen Fortsätze ab, die gewöhnlich als Schwimmblasenhörner bezeichnet werden. Es sind diese Fortsätze schlauchförmige Gebilde, deren Lumina mit dem Blasenlumen kommunizieren, und die, nachdem sie um die vorderen Ecken der Schvimmblase nach innen gebogen worden sind, in verschiedenartiger Weise gewunden und meist in das Nierengewebe eingedrückt, kopfwärts ziehen um beiderseits des *Os basioccipitale* frei, stump und blind zu enden. Schwanzwärts von der Abgangsstelle dieser Fortsätze folgen drei Paar seitliche Ausbuchtungen der Schwimmblasenwandung, von denen die vordersten die grössten und die hintersten die kleinsten sind. Diese Ausbuchtungen sind sowohl von einander, wie von den eben beschriebenen Hörnern und den gleich unten zu erwähnenden Schwimmblasenzacken durch tiefe Spalten getrennt, die von der einfach gefalteten Blasenwandung begrenzt werden, und die an der inneren Blasenwandung als in das Blasenlumen hineinragende Septen erscheinen. Auf diese Ausbuchtungen folgen 8—9 Paar seitliche Zacken der Schwimmblasenwandung, welche, je nach dem Füllungsgrade des Organes, mehr oder weniger deutlich hervortreten; bei mässiger Füllung sind sie meist spitz; am prallen Organe erscheinen die Zacken gerundet, und am ausgeprägtesten erscheinen sie an in Formol konserviertem Materiale. Der hinterste, in eine Spitze ausgezogene Blasenabschnitt schliesslich wird vom Haemalkanal aufgenommen, wo die Schwimmblase ventral vom 23—24 Wirbel — verschieden bei verschiedenen Individuen — endet.

Von der eben beschriebenen Form unterscheidet sich die Gestalt der Schwimmblase bei Individuen von grösserer Körperlänge als etwa 50 cm. Erstens ist der vordere Rand des Organes meist Taf. VIII. F. 12.
schwanzwärts gebogen, zweitens ist der vorderste Teil des Organes meist gewissermassen dorsoventral abgeplattet und drittens schliesslich kann an der Schwimmblase solcher grossen Fische kaum mehr zwischen „Ausbuchtungen" und „Zacken" unterschieden werden; es hat nämlich die Schwimmblase bei diesen Fischen lauter seitliche Ausbuchtungen auszuweisen, die in ganz ähnlicher Weise wie die vorderen Ausbuchtungen der kleineren Fische, durch tiefe Spalten von einander getrennt werden. Die Befestigung der Schwimmblase an die Wirbelsäule erfolgt dagegen bei sowohl kleinen wie grossen Fischen in der selben Weise. Die vordere Kante der Schwimmblase ist an die Fascia der Leibeshöhle befestigt. Auch seitlich ist das vordere Blasenende, und zwar kopfwärts von dem, einerseits die Abgangsstelle der Hörner und andererseits die vordersten seitlichen Ausbuchtungen trennenden Spalte, an diese Membran befestigt. Dorsal und median wird die Wandung dieses Blasenabschnittes durch die proximalen Enden der beiden Schlundknochenmuskeln und seitlich durch die Nieren, die das erste Rippenpaar fast ganz, das zweite halb und das dritte an der Basis auskleiden, von Wirbelsäule und Rippen getrennt. In der Tiefe des vordersten, seitlichen Spaltes befestigt sich die Schwimmblase Taf. VIII. F. 13.
an die Parapophysen des 6 und in der Tiefe der zweiten Spaltes an die Parapophysen des 7 Wirbels, und zwar so, dass die Spitzen der Parapophysen sich in dem Spalte selbst befinden. Weiter schwanzwärts, also vom 9 Wirbel ab, erfolgt die Befestigung der Schwimmblase an die Parapohpysen derart, dass sich die hinteren Taf. VIII. F. 17.
Wände der seitlichen Zacken bzw. Ausbuchtungen an die Parapophysen, besonders stark an ihre Spitzen, festsetzen. Während die Lücken zwischen den Zacken zwischen den Parapophysen be- Taf. V. F. 19.
ginnen. Ganz hinten in der Leibeshöhle verwachsen die dorsalen und ventralen Wandungen der Zacken, was eine Reduktion des Schwimmblasenlumens auf einen ganz kleinen, medianen Raum zur Folge hat. Die dorsale Blasenwandung liegt median der Wirbelsäule an und wird im Bereiche der Wirbel 6—10, deren Parapophysen recht weit dorsal von den Wirbelkörpern abgehen, von der Wirbelsäule in das Blasenlumen hervorgewölbt. Seitlich von der Wirbel-

säule ist die Blasenwandung von dieser durch die Nieren getrennt. Die Aorta verläuft der rechten Seite der Wirbelkörper entlang, wo sie besondere Vertiefungen ihrer ventralen Flächen ausfüllt.

Die Schwimmblase von *G. morrhua (Lin.)* beschreibt D e l a r o c h e wie folgt:

"La vessie est moins profondément lobée sur les bords que dans l'espèce précédente. *(G. aeglefinus).* Antérieurement elles est comme tronquée, et de chacun des deux angles qui en résultent, elle donne naissance à une appendice conique grêle, terminée en pointe assez fine, fermée à son extrémité, qui est libre et s'enfonce dans une sorte de cavité située derrière le crâne. La longueur de ces appendices est de plus du tiers de celle de la vessie. Au lieu des muscles que présente l'espèce précédente, on trouve chez celleci deux muscles quadrilatères minces, dont les fibres ne s'insèrent que par une de leurs extrémités à la membrane externe de la vessie; l'autre extrémité va se fixer à l'extrémitées des apophyses transverses des vertèbres antérieures". Im grossen und ganzen habe ich also die befunde von D e l a r o c h e bestätigen können.

Gadus saida.

W i r b e l s ä u l e. Die Totalanzahl Wirbel betrug 53. Die
Taf. VIII. F. 15. ersten zwei Wirbel tragen weder Parapophysen noch Rippen. Die folgenden zwei Wirbeln tragen je ein Paar kleine Rippen. Die Wirbel 5—6 tragen je ein Paar kleine dreieckige Parapophysen. Die Parapophysen der Wirbel 7—13 tragen kurze, gestielte, blattförmige Parapophysen, die dem Wirbelkörper seitlich, ventral und so weit vorn ansitzen, dass ihr vorderer, nach aussen gebogener Rand ein wenig in das Gebiet des nächst voran stehenden Wirbels
Taf. VIII. F. 14. übergreift. Ausser den Parapophysen findet man an den genannten Wirbeln kleine flügelartige Fortsätze, welche den Raum zwischen zwei Nachbarparapophysen zum Theil ausfüllen. Die Parapophysen der Wirbel 14—17 sind als säbelförmig und die Parapophysen des 18 Wirbels als spangenförmig zu bezeichnen. Die Parapophysen der Wirbel 5—10, die annähernd senkrecht zur Wirbelsäule stehen, sind kaum ventralwärts gebogen. Vom 14 Wirbel ab biegen die Parapophysen allmählich immer mehr ven-

tralwärts, zu gleicher Zeit wie sie sich immer mehr schwanzwärts richten; es bilden die Parapophysen des 16 Wirbel noch einen ansehnlichen Winkel mit einander. Der erste Haemalbogen befand sich beim untersuchten Individuum am 18 Wirbel.

Schwimmblase. Die, bei einem 12 cm. langen ♂ 28 mm. lange Schwimmblase erreichte vorn den 3 hinten den 17 Wirbel. Die vordere Hälfte des Organes, die gewissermassen aufgeblasen erscheint, ist seitlich einfach gerundet und vorn in eine abgerundete Spitze ausgezogen. Der hintere Blasenabschnitt dagegen erscheint in dorsoventraler Richtung abgeplattet und hat seitlich sechs Paar Zacken aufzuweisen, die schräg nach hinten aussen ziehen. Das hintere Blasenende ist in eine feine Spitze Taf. VIII F. 7. ausgezogen. Die dorsale Wandung des vorderen Blasenabschnittes ist median stark verdickt. Diese Verdickung, die schwanzwärts in eine schmale, mediane Leiste der ventralen Blasenwandung fortsetzt, dient als Ansatzstelle zweier Muskeln, welche den vorderen Blasenabschnitt seitlich auskleiden, und deren lateralen Ränder im Winkel zwischen Schwimmblase und Leibeshöhlenwandung an die Blasenwand befestigt sind. Die Fasern dieser Muskeln, die ganz dünne Blätter darstellen, ziehen von vorn innen nach hinten aussen und stehen also schräg zur Längsachse. Die Befestigung der Schwimmblase erfolgt seitlich an die Parapophysen. Die Befestigung ist so stark, dass es mir nicht gelungen ist das Organ unversehrt von diesen Knochen loszutrennen. Dorsal von der Schwimmblase bleibt ein Raum zur Aufnahme von Aorta und Nieren frei.

Gadus navaga.

Wirbelsäule. Die Totalanzahl der Wirbel betrug bei dem untersuchten Individuum 58. Die drei ersten Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Der vierte Wirbel trägt ein Paar griffelförmige, schwach ventralwärts gebogene Rippen. Der fünfte Wirbel trägt ein Paar verhältnismässig lange, dreieckige Parapophysen, die schwach nach vorn aussen gerichtet sind, und Taf. II F. 6. dem Wirbelkörper seitlich ansitzen. Die Wirbel 6—20 tragen ganz besondere, am ehesten mit Pantoffeln zu vergleichende Parapophysen, an denen ein schmälerer Stiel, eine rinnenförmige mittlere Partie und ein hohles, nach aussen stumpf abgerundetes Ende

unterschieden werden können. Die vordersten fünf Paare dieser Parapophysen sind nach vorn aussen gerichtet; das sechste und siebente Paar steht annähernd senkrecht zur Wirbelsäule während die übrigen Parapophysen nach hinten hin allmählich immer mehr schwanzwärts gerichtet werden. Sämtliche Parapophysen sind nur schwach ventralwärts gebogen, die hintersten jedoch stärker als die vorderen. Am 21 Wirbel verwachsen die Parapophysen median unter Bildung des ersten Haemalbogens. Sowohl an diesem Bogen, wie an den zwei, drei darauf folgenden, sind die pantoffelartigen Parapophysenspitzen als seitliche Fortsätze der Haemalbogen deutlich wahrzunehmen.

S c h w i m m b l a s e. Die vordere, schwach nach vorn aussen gebogene Kante der Schwimmblase erreicht eben nur den
Taf. IV F. 9. 4 Wirbel. Von den vorderen, seitlichen Ecken der Schwimmblase gehen zwei S:förmig gewundene, kopfwärts ziehende, spitz und blind endigende Hörner ab. Seitlich hat die Schwimmblase fünfzehn Paar kurze, hohle Fortsätze aufzuweisen, welche die Höhlungen der pantoffelartig umgebildete Parapophysenspitzen innen auskleiden und an die medianen Rändern dieser Höhlen befestigt sind; vom Blasenlumen aus gesehen erschienen diese Fortsätze als in die Parapophysenspitzen hineinführende Öffnungen. Hinten läuft die Schwimmblase in eine stumpf abgerundete Spitze aus. Dorsal wird die Schwimmblase durch Aorta und Nieren von der Wirbelsäule getrennt.

M u s k e l n. Besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln sind nicht wahrzunehmen. Es wird aber jede Parapophysenspitze von Zügen des *M. obl. superior* ventral überzogen, jedoch so, dass die Blasenwandung von den Muskeln nicht berührt wird. An dieser Stelle sei dann auch bemerkt, dass der
Taf. VI F. 21 dorsale Rand des *M. obl. inferior* nirgends die seitenlinie erreicht. Im Bereiche der 9 vordersten Myosepten erreicht dieser Rand eben nur die Höhe der Parapophysenspitzen, während weiter caudalwärts der *M. obl. superior* a l l e i n die dorsale Hälfte der ventralen Rumpfmuskulatur ausmacht. Der Verlauf des Randes *M. obl. superior* konnte an den mir zu Gebote stehenden Fischen nicht verfolgt werden.

Merluccius vulgaris.

Wirbelsäule. Die Totalanzahl Wirbel betrug bei den von mir untersuchten Individuum 51. Die ersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die folgenden vier Wirbel tragen verhältnismässig lange, griffelförmige, grade, an den Spitzen keulenförmig verdickte Rippen. Das erste Parapophysenpaar tritt am 7 Wirbel auf. Es sind diese Parapophysen verhältnismässig kleine, dreieckige Knochen, die den Wirbelkörpern seitlich und in einer Ebene mit ihrer ventralen Fläche mit ihrer ganzen Basis ansitzen und ausserdem noch mit ihren vorderen, geflügelten Kanten in das Gebiet des nächst voran stehenden Wirbels übergreifen. Der vordere Rand dieser Parapophysen ist leicht nach vorn gebogen. Ihre ventralen Flächen sind seicht ausgehöhlt. Die Parapophysen des 8 Wirbels sind nach vorn aussen gerichtete Knochen, die dem Wirbelkörper ebenfalls in der Höhe der ventralen Fläche mit ihrer ganzen Basis ansitzen, und deren Blätter in tiefe, ventral offenen Rinnen umgewandelt sind. Bei grösseren Individuen ist der dem Wirbelkörper nächst gelegene Teil der Rinne sogar nach aussen hin halbkugelförmig aufgeblasen. An der Basis sind diese Parapophysen geflügelt, und es legen sich die hinteren Flügel den vorderen Flügeln des nächsten Parapophysenpaares dachziegelartig an. Die Parapophysen der Wirbel 9—24 sind nach demselben Typus gebaut wie die Parapophysen des 8 Wirbels. Sie unterscheiden sich von diesen hauptsächlich durch ihre Stellung zur Wirbelsäule. Indem nämlich die Parapophysen der Wirbel 9—12 nach vorn aussen gerichtet sind, während die Parapophysen vom 8 Wirbel ab schwanzwärts annähernd senkrecht zur Wirbelsäule stehen. Der vordere Rand der Parapophysen ist weniger stark ventralwärts gebogen als der hintere, welcher Rand zu einer verdickten Leiste umgebildet ist. Distal endet diese Leiste mit einer nach innen runden, nach aussen spitzen rauhen Fläche. Auch diese Parapophysen sind an ihrer Basis geflügelt, und es legen sich die hinteren Flügel den vorderen Flügel der Nachbarparapophysen dachziegelartig auf. Die tiefen Parapophysenrinnen setzten sich auf den Wirbelkörper fort, wo sie zwei Grübchen bilden, die median von einer Leiste des Wirbelkörpers getrennt sind und vorn und hinten von

Taf. II F. 1.

Taf. III F. 3.

den vorderen und hinteren Rändern des Wirbelkörpers begrenzt werden. Vom ersten bis zum fünften Paare nehmen die Parapophysen allmählich an Länge zu, um vom letztgenannten Paare nach hinten hin ganz allmählich an Länge abzunehmen. Die Parapophysen des 6 Wirbels stehen annähernd horizontal. Die folgenden Parapophysen biegen nach hintenhin allmählich immer mehr ventralwärts. Am 25 Wirbel verwachsen die Parapophysen median unter Bildung des ersten Haemalbogens. Dorsal bilden die geflügelten, den Wirbelkörpern nächst liegenden Teile der Parapophysen eine homogene Fläche, die einen stumpfen Winkel mit den ebenfalls geflügelten und dachziegelartig an einander gereihten Spinapophysen bildet. Sowohl Wirbel wie Parapophysen sind vermittelst ligamentöser Bänder derart mit einander
Taf. VII F. 8. verbunden, dass eine gewisse seitliche Biegsamkeit, trotzdem Ineinandergreiffen der in Frage stehenden Knochen, immerhin zulässig ist. Es kann nähmlich eine frische Wirbelsäule so weit seitlich gebogen werden, bis die freien Enden der Parapophysen aneinander stossen.

M u s k e l n. Am vorderen Ende der Schwimmblase von *Merluccius vulgaris* findet man zwei keulenförmige Muskeln, welche mit ihren dickeren Enden an die vordere Kante der ersten Parapophysen befestigt sind, und deren nach vorn aussen gerichteten, schmäleren Enden in feine Sehnen auslaufen, die mit ihren distalen Enden an die Spitzen der ersten Rippen befestigt sind. Ausser diesen Muskeln treten noch die beiden *Mm. obliquii superiores* in folgende, ganz besondere Beziehungen zur Schwimmblase ein.

In intakter Lage erscheinen diese Muskeln als dicke,
Taf. VI F. 5, 6 gewissermassen in die Leibeshöhle hineinragende Wülste, welche vorn die Schultergürtel erreichen und hinten median in der Leibeshöhle zusammenstossen. Den *Mm. obliquii inferiores* liegen sie nur locker an und können mit leichtigkeit von ihnen abgetrennt werden. Auch ihre medianen Ränder, welche ventral die Spitzen der Parapophysen sowie auch die später zu beschreibenden, seitlichen Zacken der Schwimmblase auskleiden, liegen diesen Gebilden nur locker an und lassen sich mit Leictigkeit von ihnen trennen, wonach sie nach aussen umgebogen werden können. Hat man dieses getan, kommt noch folgende besondere Muskelanordnung

zu Tage. Von den hinteren Kanten der Parapophysenspitzen gehen Blattförmige Muskel ab, die einen Bogen nach hinten aussen dorsal beschreiben und mit ihren distalen Enden an eine, die dorsale Rumpfmuskulatur von der ventralen trennende Fascia befestigt sind. Dorsal von diesen Muskeln findet man wieder andere Muskeln, welche die Zwischenräume zwischen den Parapophysen ausfüllen und dieses zwar so, dass ihre dorsalen Fasern die Abstände zwischen den Parapophysen überspannen, während ihre ventralen Fasern dorsal von den voran erwähnten Verdickungen der Parapophysenspitzen hervortreten, um sich an die vorderen Kanten der Verdickungen der nächsten, schwanzwärts gelegenen Parapophysen zu befestigen, wobei die Schwimmblasenzacken von ihnen überbrückt werden. An Querschnitten treten jene Muskeln als ein schräg dorsalwärts gerundeter Wulst seitlich von den Parapophysen hervor. Diesem Wulste liegen dann, bei normaler Lage der *Mm. obliquii superiores,* die voran erwähnten Blattförmigen Muskeln seitlich an. Schliesslich sei erwähnt, dass die dorsale Rumpfmuskulatur bei *M. vulgaris* nicht fester mit dem Parapophysengerüste verbunden ist, als dass es mit leichtigkeit gelingt sie von diesem abzutrennen. Nur die dorsalen Flächen der *Mm. obliquii superiores* sind seitlich mit der dorsalen Rumpfmuskulatur fester verbunden.

Taf. VII F. 3

Taf. VI F. 7

Schwimmblase. Die Schwimmblase läuft vorn in zwei dicht beisammen stehende, vorn stumpf abgerundete Fortsätze aus, die dem ersten Parapophysenpaare anliegen; es erreicht das vordere Blasenende somit kaum den 6 Wirbel. Schwanzwärts von diesen Fortsätzen folgen sechzehn Paar seitliche Zacken, deren Form genau der Form der Parapophysenspitzen entspricht; es folgt der vordere Rand der Zacken genau die Rundung der vorderen Kante dieser Spitzen, während der hintere Zackenrand von der hinteren, verdickten Kante der Parapophysenspitzen nach innen gebogen wird. Löst man die Schwimmblasenzacken von den Parapophysen ab, was leicht gelingt, findet man die Zacken dorsal in dreieckige, bindegewebige Spitzen auslaufen. Vermittelst dieser Spitzen ist die Schwimmblase derart an das Parapophysengerüst befestigt, dass sich der vordere Rand der Spitzen an den hinteren Rand der Parapophysen befestigt. Es ragt somit

Taf. VII F. 8

Taf. VII F. 10 diese Spitze in jene Rinne hinein, die von dem verdickten hinteren Rande der Parapophysen und dem flügelartigen Fortsätze des Wirbelkörpers gebildet wird. Der hintere Rand der Spitzen ist seinerseits an die vordere Kante der Nachbarparapohpysen befestigt; es überbrücken also die bindegewebigen Spitzen ventral die Spalten zwischen je zwei Nachbarparapophysen. Dagegen werden
Taf. VI F. 8 die eigentlichen Parapophysenrinnen von der hier ganz dünnen, dorsalen Blasenwandung ausgekleidet. Auch die Wirbelkörper werden ventral von dieser dünnen Wandung ausgekleidet, wobei zu bemerken ist, dass diese den Wirbelkörpern unmittelbar anliegt, indem bei *M. vulgaris* die Nieren k o p f w ä r t s von der Schwimmblase gelegen sind und sich nicht in das Gebiet der Schwimmblase ausdehnen. Nur median ist die dorsale Blasenwandung durch die Aorta von den Wirbelkörpern getrennt.

L i t e r a t u r: Delaroche (l. c. p. 279) beschreibt die Schwimmblase von *G. merluccius* (Lin.) wie folgt: "La vessie de ce poisson ressemble beaucoup a celle de l'aiglefin (Gadus aeglefinus) mais en différe, parce que les appendices vermiformes sont remplacées chez elles par deux tubercules épais, de nature tendineuse. Je n'ai pas bien vu la disposition des muscles". Merkwürdiger weise finde ich in der mir bekannten ichtyologischen Literatur keine andere Beschreibung dieser besonders bemerkenswerten Schwimmblasenform.

Phycis mediterranæus.

W i r b e l s ä u l e. Die ersten zwei Wirbel tragen weder
Taf. II F. 4 Rippen noch Parapophysen. Die folgenden zwei Wirbel tragen lange, säbelförmige Rippen, die seitlich an die Wirbelkörper lenken. Die ersten Parapophysen treten am 5 Wirbel als kleine, dem Wirbelkörper vorn seitlich ansitzende Höcker auf. Die Parapophysen der Wirbel 6—15 sind verhältnismässig lange, säbelförmige Knochen, die den Wirbelkörpern vorn, seitlich ansitzen. Die vordersten drei Paare dieser Parapophysen sind weniger stark ventralwärts gebogen als die hinteren. Die Parapophysen der Wirbel 6—10 stehen annähernd senkrecht zur Wirbelsäule. Weiter schwanzwärts richten sich die Parapophysen

allmählich immer mehr nach hinten. Der erste Haemalbogen tritt am 16 Wirbel auf.

Schwimmblase. Die Schwimmblase erreicht vorn den 2 Wirbel und hinten den 14, während die Leibeshöhle erst beim 19 Wirbel endigt. Durch zwei seichte Ringfurchen ist die Schwimmblase in drei hinter einander gelegene, mit einander kommunizierende Kammern gesondert. Von diesen Kammern ist die mittlere die grösste und etwa doppelt so lang wie breit. Die hintere Kammer ist etwa anderthalbmal so lang wie breit. Taf. VI F. 22

Die vordere Kammer ist vorn seitlich in zwei hörnerartige Fortsätze ausgezogen, welche mit einander einen stumpfen Winkel bildend nach vorn aussen ziehen und vermittelst je eines kurzen bindegewebigen Bändchens an die *Oo. exoccipitalia* befestigt sind. Die seitliche Kontur der vorderen Abteilung ist leierförmig.

Die Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle erfolgt in folgender Weise. Ausser an den Schädel ist die Schwimmblase vermittelst eines ganz kurzen, bindegewebigen Bandes, das die stark verdickte, dorsale Wand der vordersten Kammer mit den Körper des dritten Wirbels verbindet, an die Wirbelsäule befestigt. Sonst liegt das Organ sowohl der Wirbelsäule wie den Leibeshöhlenwandungen nur ganz locker an.

Literatur: Bei Sörensen[1] finde ich eine Beschreibung der Schwimmblase von *Ph. mediterranœus,* die in deutscher Übersetzung wie folgt lautet: „Die Schwimmblase ist zeimlich klein, in drei hinter einander gelegene Kammern geteilt, welche durch Öffnungen mit einander in Verbindung stehen, von denen die erste oft enger als die hintere ist, wo keine hervorragende Ringfalte zu finden ist. Die erste Kammer ist Herzförmig. Ihre vorderen Ecken laufen in ein Paar dünne Hörner aus, welche vorn am obersten Ende der schmalen Scapulae befestigt sind. Ausserdem ist die Schwimmblase mit der dorsalen Wandung ihrer vordersten Kammer genau an die ventrale Seite (Undersiden) des 1:sten und 3:ten Wirbels verbunden". Derselbe Verfasser will dann auch besondere zur Schwimmblase in Beziehung tretende Muskeln beobachtet haben, die er wie folgt beschreibt: „Auf der

[1] Sörensen: Om Lydorganer hos Fiske. Dissertation, Copenhagen 1884. p. 156.

Vordersten Kammer befinden sich ein Paar schmale, aber dicke Muskeln, welche mit beiden Enden an die Schwimmblase befestigt sind. Von der dorsalen Seite (Rygsiden) ziehen sie, von der Nähe der Wirbelsäule, nach aussen hinten seitlich von der Schwimmblase, von dort auf dessen ventrale Seite (Undersiden) und nach vorn". Solche Muskeln waren bei dem von mir untersuchten Individuum nicht zu finden.

Auch D e l a r o c h e beschreibt besondere Muskeln an der Schwimmblase von *Ph. mediterranæus*. Er schreibt: (l. c. p. 280) "*Blennius phycis* (Lin,) *Phycis mediterranæus* (Delar.). La vessie a une forme assez remarquable. Elle est divisée par des étranglements profonds en trois cavitées situées l'une au devant de l'autre. De ces trois cavitées l'antérieure a la forme d'un croissant, dont les angles seroient un peu arrondies. La moyenne est arrondie, la postérieure est ovulaire. Cette dernière est la plus grande.

Deux petits muscles quadrilatères, fort epais, embrassent la partie moyenne des cornes du croissant formé par la cavité antérieure. Leurs fibres, qui sont demiannulaires, sinsinuent par leurs deux extrémités à la membrane externe".

Phycis blennoides.

Die W i r b e l s ä u l e, dieser Art kenne ich nicht.

S c h w i m m b l a s e. Die form der Schwimmblase dieser Art habe ich nur an zwei mir aus Neapel zugeschickten, Zwecks histologischer Verwertung freigelegten Schwimmblasen studieren können. An diesen Schwimmblasenpräparaten konnte eine vordere und eine hintere, von einer Ringfurche getrennte Abteilung unterschieden werden. Ausserdem war am hinteren Blasenabschnitte eine zweite Ringfurche angedeutet. Der vordere Blasenabschnitt war vorn mit zwei hörnerartigen Fortsätzen versehen. An der dorsalen Wandung des hinteren Blasenabschnittes fanden sich beiderseits der Mittlinie eine Reihe hohler, mit dem Blasenlumen kommunizierende Fortsätze, deren blinde Spitzen saugnapfähnlich erweitert waren.

Bei D a y [1] finde ich die Schwimmblase von *Phycis blennoides* (Bloch, Schneider), wie folgt beschrieben: "Airbladder with thick walls. It forms a simple sac rather constricted anteriorly, where it ends in two hornlike processes. *Along either side of the organ are a row of numerous hollow, lateral appendages, that communicate with the interior of the air-bladder by transverse oval orifices*[2]. There is a sligth constriction, visible internaly, about the middle of the length of the air-bladder. A red gland exists in its anterior half on the inner side of its anterior wall. In the posterior half of the airbladder is a species of diaphragma formed of its lining membran".

Raniceps raninus.

W i r b e l s ä u l e. Die vordersten zwei Wirbel, von denen der erste länger als breit, der zweite breiter als lang ist, tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die Wirbeln 3—6 tragen lange, verhältnismässig stark ventralwärts gebogene Rippen. Die Taf. IV F. 14
ersten Parapophysen treten am 7 Wirbel als kleine dreieckige, dem Wirbelkörper vorn seitlich ansitzende Knochn auf, an deren Spitzen die Rippen lenken. Die Parapophysen der Wirbel 8—13 sind halbspiessförmige Knochen, die von vorn nach hinten allmählich an Länge zunehmen und stark ventralwärts geneigt sind Der erste Haemalbogen tritt am 14 Wirbel auf. Die Wirbelsäule ist stark S-förmig gekrümmt und zwar so, dass die Körper der Wirbel 1—5 eine in die Leibeshöhle hineinragende Leiste bilden.

M u s k e l n. Die seitlichen Kammern des später näher zu beschreibenden, vorderen Schwimmblasenabschnittes werden lateral von je einem zwiebelblattförmigen Muskel ausgekleidet. Taf. VII F. 13
Diese Muskeln, deren Fasern senkrecht zur Längsachse der Schwimmblase verlaufen, sind mit ihren hinteren Rändern den vordersten Rippen entlang befestigt. Ihre distalen Enden da- Taf. VII F. 1, 9
gegen sind vermittelst eines breiten, senigen Bandes v e n t r a l vom Oesaphagus mit einander verbunden, aber nicht an die Blasenwandung befestigt. Die Innervation dieser Muskeln erfolgt vom 2 Spinalnerven aus.

[1] D a y: Fishes of Great Britain and Ireland. S. 304.

[2] Von mir gesperrt.

Schwimmblase. Die Schwimmblase von *R. raninus* zerfällt in zwei, durch eine tiefe Ringfurche von einander getrennte Abteilungen, die hinter einander liegen, und deren Lumina mit einander kommunizieren. Von diesen Abteilungen stellt die hintere einen einfachen, doppelt so langen wie breiten, hinten abgerundeten Sack dar, der das hintere Ende der Leibeshöhle dorsal
Taf. VII ausfüllt. (Fig. 1 und 5). Die vordere Abteilung dagegen ist durch einen tiefen Längsspalt (Fig. 1) in zwei Kammern geteilt. die vermittelst eines zur Längsachse quergestellten Kanales (Fig. 5 k.) mit einander kommunizieren. An einem zweiten untersuchten Fische war dieser Längsspalt von einer dicken bindegewebigen Membran, als unmittelbare Fortsätzung der Blasenwandung ventral überbrückt. (Fig. 14, 16, 5 b.). Bei einem dritten Individuum erschien der Längsspalt so wenig entwickelt, dass von einer Zweiteilung des vorderen Blasenabschnittes kaum mehr die Rede sein konnte. Die Verhältnisse am vorderen Blasenabschnitte der Schwimmblase von *R. raninus* scheinen also variieren zu können.

In der Art der Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle unterscheidet sich die Schwimmblase von allen bisher besprochenen Blasenformen. Die Befestigungsstellen, deren es drei giebt, liegen alle dorsal in der Ringfurche zwischen den beiden Blasenabteilungen. Hiervon gehen drei kurze, bindegewebige Bändchen ab. Von diesen ist das mittlere Band an den Körper des 6 Wirbels befestigt. Die seitlichen Bänder dagegen ziehen zu den Parapophysenspitzen, wo sie sich befestigen. Sonst ist das Organ nicht fester mit der Wirbelsäule oder der Leibeshöhlenwandung befestigt, als dass es vermittelst eines Pinsettenzuges mit Leichtigkeit freipräpariert werden kann. Hierbei stellt sich heraus, dass bei intakter Lage der Schwimmblase der Längsspalt zwischen den seitlichen Kammern des vorderen Blasenabschnittes zum Teil von der bei *R. raninus* aussergewöhnlich stark ventralwärts gebogenen Wirbelsäule, zum Teil von den beiden Schlundknochenmuskeln ausgefüllt wird. Dorsal von der Schwimmblase ist jeder freie Raum, ausser von der Aorta, vom Nierengewebe aufgenommen.

Literatur: Sonderbar genug finde ich diese ganz besondere Schwimmblasenform nur einmal beschrieben, nämlich bei

Day [1] und zwar mit folgenden Worten: "Airbladder large, transversally constricted sligthly behind the middle and dividing anteriorly into two hornlike processes".

Mora mora.

W i r b e l s ä u l e. Die totale Anzahl Wirbel betrug bei den zwei untersuchten Individuum 54. Die vordersten zwei Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Der dritte Wirbel trägt ein Paar Rippen, die in eine seitliche Vertiefung des Wirbelkörpers weit dorsal lenken. Es fehlen diesem Wirbel die Parapophysen. Der 4 Wirbel trägt ein Paar Rippen, die an dem Wirbelkörper seitlich und weit dorsal im Winkel zwischen Wirbelkörper und dem Dornfortsatze lenken. Seitlich am Wirbelkörper finden sich zwei kleine Höcker, die wohl als die vordersten Parapophysen zu deuten sind. Der 5 Wirbel trägt die ersten deutlichen Parapophysen. Es sind dieses kleine, dreieckige Knochen, die dem Wirbelkörper vorn, seitlich und weit ventral ansitzen, und deren ventrale Flächen von hinten-ventral schräg nach vorn-dorsal gerichtet sind. Es lenken die Rippen des in Frage stehenden Wirbels in je ein Grübchen der caudalen Fläche dieser Parapophysen ein. Die Parapophysen des 6 Wirbels sind starke Knochen, die vom Wirbelkörper vorn, seitlich weit ventral abgehen und nach aussen ventral ziehen. An diesen Parapophysen können drei Flächen unterschieden werden, nämlich eine orale, eine caudale und eine mediane. Von diesen Flächen ist die orale löffelförmig ausgehöhlt. An den caudalen Flächen findet man kleine Grübchen, Taf. VI F. 1
in welche die Rippen lenken. Die medianen Flächen schliesslich sind vertikal und paralell mit der Längsachse der Wirbelsäule gestellt und helfen somit, mitsamt der ventralen Fläche des Wirbelkörpers, einen annähernd rechtwinkligen Raum ventral vom Wirbelkörper zu begrenzen. Die Parapophysen des 7 Wirbels sind griffelförmige Knochenspangen, die dem Wirbelkörper vorn seitlich und weit ventral ansitzen und nach aussen ventral gerichtet sind. An ihren proximalen Enden findet man je einen kleinen, nach vorn gerichteten Höcker. Es lenken die Rippen caudal an die stumpf abgerundeten Spitzen der Parapophysen.

[1] D a y: Fishes of Great Britain and Ireland. S. 311.

Die Parapophysen der Wirbel 8—20 sind halbspiessförmige Knochenspangen, deren vorn geflügelte proximale Enden dem Wirbelkörper vorn seitlich und weit ventral ansitzen, und welche sich von einander hauptsächlich durch ihre Länge, sowie auch durch ihre Stellung zu den Wirbelkörpern unterscheiden. Es nehmen nämlich diese Parapophysen vom 8 etwa zum 13 Wirbel allmählich an Länge zu, um vom letzgenannten Wirbel ab wieder allmählich an Länge abzunehmen. Auch der Winkel, welchen die Parapophysen eines und desselben Wirbels mit einander bilden, nimmt vom 8 zum 13 Wirbel allmählich zu, um später wieder an Grösse abzunehmen, bis schliesslich die Parapophysen des 23 Wirbels unter Bildung des ersten Haemalbogens median verwachsen.

M u s k e l n. Besondere zur Schwimmblase direkt in Beziehung tretende Muskeln fehlen. Dagegen tritt die Schwimmblase in folgende, eigenartige Beziehungen zu den ventralen Rumpfmuskeln und ganz besonders zu den *Mm. obliquii superiores* ein, welches Verhalten hierunten näher beschrieben werden soll.

Wird einer *Mora mora* die Haut von der ventralen Rumpfmuskulatur abgetragen, findet man, dass die Fasern der vorderen Myomeren eine andere Richtung einschlagen als die Fasern der hinteren Myomeren. Es verlaufen die Fasern der vordersten 14 Myomeren bis zur Seitenlinie hinauf von vorn ventral nach hinten dorsal während die, jene Richtung einschlagende Fasern der folgenden Myomeren nicht länger die Seitenlinie erreichen, sodern von dieser durch Muskelfasern, die von vorn dorsal nach hinten ventral verlaufen, getrennt werden. Eine weitere Untersuchung dieser Verhältnisse erweist dann, dass es sich hier um zwei verschiedene Schichten handelt, nämlich erstens um eine obere Schicht — der *M. obliquus superior* — der sich von der Seitenlinie ab bis zu einer Linie erstreckt, die vom Winkel zwischen Kiemendeckel und Schädel zum vorderen Ende der Analflosse zieht. Zweitens eine untere Schicht — der *M. obl. inferior* — welcher nur im Bereiche der 14 vordersten Myomeren die Seitenlinie erreicht, um sich weiter schwanzwärts mit seinem dorsalen Rande stufenweise von dieser Linie zu entfernen. Dafür macht er aber die ganze ventrale Bauchwand alleine aus. Werden

diese Verhältnisse an Querschnitten näher studiert, findet man, dass die beiden *Mm. obl. superiores* in der Höhe des 6 Wirbels als dorsoventral abgeplattete Blätter erscheinen, welche die Leibeshöhle dorsal obdachen, während sie median an die Wirbelsäule, mitsamt den Parapophysen befestigt sind. Lateral dagegen grenzen sie an die *Mm. obl. inferiores* und dorsal an die Septa zwischen dorsaler und ventraler Rumpfmuskulatur. (Fig. 1). In der Höhe des 7 Wirbels finden wir die *Mm. obl. superiores* schon bedeutend verdickt; median-dorsal sind sie an die Parapophysen befestigt, dringen aber zwischen den Parapophysen auch nach innen von diesen vor, um sich mit ihren medianen Flächen der Schwimmblase seitlich anzulegen. In der Höhe des 8 Wirbels (Fig. 2) rücken die dorsalen Ränder dieser Muskeln median so weit ventralwärts, dass sie eben nur die Parapophysenspitzen erreichen. Ihre ventralen medianen Ränder dagegen sind inzwischen ventralwärts von den Parapophysenspitzen verschoben. Folglich wird die Schwimmblasenwandung ventralwärts von den Parapophysen eine Strecke weit von den medianen Flächen dieser Muskeln ausgekleidet. Seitlich sind diese Muskeln stark verdickt, ein Verhalten das eine starke Neigung ihrer ventralen Flächen nach aussen-ventral zur Folge hat. Weiter schvanzwärts (Fig. 3, 4) werden die *Mm. obl. superiores* in dorsoventraler Richtung immer dicker. Zu gleicher Zeit rücken sie mit ihren medianen Flächen immer weiter an der seitlichen Blasenwandung voran. So ist z. B. in der Höhe des 13 Wirbel schon der horizontale Durchmesser des Schwimmblasenquerschnittes überschritten, während in der Höhe des 15 Wirbels nur noch ein kleiner Teil der Leibeshöhle ventral von der Schwimmblase frei bleibt, bis sich schliesslich die *Mm. obl. superiores* im Bereiche des 20 Wirbels in der Medianebene, unter vollständiger Umschliessung der Schwimmblase, zum Teil gegeneinander, zum Teil an die Muskulatur der Analflosse legen. Weiter nach hinten trennen sich die beiden *Mm. obl. superiores* wieder, um den Nieren, welche rings um das hintere Schwimmblasenende biegen, Platz zu geben. Taf. VI

Seitlich werden die *Mm. obl. superiores* im Bereiche der Wirbel 6—9 von den *Mm. obl. inferiores* bis zur Seitenlinie hinauf ausgekleidet. Vom 10 Wirbel ab rücken aber die dorsalen

Ränder der letzteren allmählich immer mehr ventralwärts, bis dass diese Muskeln in der Höhe des 20 Wirbels (Fig. 4) nur noch als schmale Wülste beiderseits der Analflossenmuskulatur erhalten bleiben. Dank dieser besonderen Anordnungen der ventralen Rumpfmuskulatur, wird also die Leibeshöhle von *Mora* in zwei über einander liegende Abteilungen — eine obere und eine untere — gesondert. Von diesen wird jene von der Schwimmblase, diese von den Eingeweiden, mitsamt dem, der ventralen Blasenwandung anliegenden Nierenabschnitte aufgenommen.

S c h w i m m b l a s e. Die Schwimmblase bei *Mora mora* zerfällt in zwei mit einander kommunizierende Abschnitte, von denen der vordere von der Schädelbasis zum 6 Wirbel reicht, während der hintere vom genannten Wirbel ab die ganze Leibeshöhle durchzieht und ventral vom 23 Wirbel endet. Der vordere Abschnitt bildet einen hinten einfach gerundeten, vorn seicht ge-
Taf. VI F. 24 gabelten Sack, dem ein herzförmiger Nierenabschnitt vorn, median und ventral schildartig anliegt. Nach Entfernung dieses Nierenlappens sowie auch der beiden Schlundknochenmuskeln, zwischen denen dieser Lappen hervorqwillt, kommt median ein tiefer herzförmiger Einschnitt des vorderen Blasenrandes zum Vorschein. Rechts und links von diesem Einschnitte findet man am vorderen Blasenrande zwei ambossförmige Verdickungen derselben. Seitlich von diesen Fortsätzen beschreibt der vordere Blasenrand einen nach vorn offenen Bogen, bis schliesslich die nach hinten aussen gerichteten Fortsätze der *Oo. exoccipitalia* erreicht werden, und die Schwimmblase sich im Winkel zwischen dem Schädel und diesen Fortsätzen an diese befestigt. Proximal von den Spitzen der genannten Fortsätze erleidet die seitliche Blasenkonturen einen Knick nach hinten-innen, wonach sie einen S:förmigen Bogen beschreibend schliesslich median in die kontur der anderen Seite übergeht.

Ein Freilegen des vorderen Blasenabschnittes gelingt nicht ohne weiteres. Es erweist sich nämlich bald, dass dieser Blasenabschnitt, ausser an die Fortsätze der beiden *Oo. exoccipitalia,* noch dort, wo die voran erwähnten, ambossförmigen Fortsätze des vorderen Blasenrandes dem Schädel anliegen, an diesen befestigt ist. Werden aber diese Stellen mit einem Messer durchtrennt, tritt seitlich von der Schädelbasis je eine Fensterung in

den beiden *Oo. exoccipitalia* zu Tage, welche Fensterungen von den Knochenharten, an beiden Enden zugespitzen Ambossflächen genau ausgefüllt werden. Ausser mit dem Schädel ist der vordere Blasenabschnitt noch mit der Wirbelsäule fest verbunden. Von der Basis einer besonderen, die beiden ambossförmigen Fortsätze mit einander verbindenden Verdickung der dorsalen Blasenwandung gehen beiderseits der Mittlinie zwei ligamentöse Bänder ab, die sich seitlich an den Körper des 3 Wirbels befestigen. Weiter schwanzwärts geht rechts und links von einer rinnenförmigen Vertiefung der dorsalen Blasenwandung ein zweites Bändchenpaar von der Schwimmblasenwandung ab. Vermittelst dieser Bänder ist der vordere Blasenabschnitt an den Körper des 5 Wirbels befestigt. Auf diese Weise wird zwischen Wirbelsäule und dorsaler Blasenwandung ein freier Raum gebildet der zur Aufnahme der Aorta und den Nieren dient. Taf. VI F. 23 Taf. VI F. 25

Der hintere Blasenabschnitt bildet einen einfachen langgestreckt-flaschenförmigen Sack, an dem ein schmaler vorderer Teil, ein aufgeblasener mittlerer Teil und ein stumpf abgerundeter hinterer Abschnitt unterschieden werden können. Von diesen Abschnitten befindet sich der vordere im Bereiche der Wirbel 6—9, während die beiden anderen Abschnitte sich im Bereiche der Wirbel 9—23 ausdehnen. Bei intakter Lage des Organes liegt jedoch nur ein Teil der ventralen Wandung des hinteren Blasenabschnittes, und zwar der Bauchartig aufgeblasene Teil derselben, frei zu Tage, während die Blasenwandung im übrigen von den *Mm. obl. superiores* umschlossen wird. Die Befestigung des hinteren Blasenabschnittes erfolgt in folgender Weise: Von der dorsalen Kante der Parapophysen des fünften Wirbels geht ausser den voran erwähnten Ligamenten zur Befestigung des vorderen Blasenabschnittes ein zweites Ligamentenpaar ab, vermittelst welchem der hintere Blasenabschnitt derart an die Wirbelsäule befestigt ist, dass zwischen Wirbelkörper und dorsaler Blasenwandung ein Raum zur Aufnahme von Nieren und Aorta frei bleibt. Am 6 Wirbel befestigt sich die Schwimmblase an die medianen Kanten der Parapophysen, wobei ein Raum zwischen Wirbelkörper und dorsaler Blasenwandung zur Aufnahme von Aorta und Nieren frei bleibt. Am 7 Wirbel ist die Schwimmblase derart an die Parapophysenhöcker befestigt, dass erstens zwischen Wir- Taf. VII F. 6 Taf. VII F. 7 Taf. VI F. 1

belkörper und Blasenwandung ein Raum zur Aufnahme der Nieren, und zweitens ein weiterer Raum zwischen der seitlichen Blasenwandung und den Spitzen der Parapophysen für die *Mm. obl. superiores*, welche der lateralen Blasenwandung direkt anliegen, freibleibt. Erst am 8 Wirbel liegt die dorsale Blasenwandung den Parapophysen ihrer ganzen Länge nach unmittelbar an, ist aber nicht stärker an diese befestigt, als dass die Schwimmblase ohne weiteres von ihnen freigelegt werden kann. Dasselbe gilt auch für den übrigen hinteren Blasenabschnitt, an dem, wenn das
Taf. VII F. 7. Organ freigelegt worden ist, die Abdrücke der Parapophysen dorsal deutlich erkannt werden können. Dorsal und median ist der hintere Blasenabschnitt seiner ganzen Länge nach durch Aorta und Nieren von der Wirbelsäule getrennt. Ja, es pflegen sogar die Nieren beim freilegen der Schwimmblase dieser Folge zu leisten. Seitlich, teilweise auch dorsal, wird der hintere Blasenabschnitt in schon voran beschriebener Weise von den *Mm. obl. superiores* ausgekleidet bzw. umschlossen.

Schliesslich seien noch die eigenartigen Beziehungen, in welche die Rippen von *Mora mora* zur Schwimmblase treten, hier kurz erwähnt. Die vier ersten Rippenpaare stehen fast senkrecht zur Wirbelsäule. Vom 6 Wirbel an richten sich die Rippen immer mehr schwanzwärts. Zu gleicher Zeit werden sie allmählich immer stärker ventralwärts gebogen. Während aber die ersten vier Rippenpaare die Rundung der ventralen Flächen der *Mm. obl. superiores* genau folgen, liegen die proximalen Enden der folgenden vier Rippenpaare — also diejenigen der Wirbel 8—9 — in das Muskelgewebe versenkt, indem nur ihre distalen Enden an
Taf. VII F. 6. die Fascia der Leibeshöhlenwandung herantreten. Und vom 12 Wirbel ab treten die Rippen dann überhaupt nicht in Beziehung zur eigentlichen Leibeshöhle, indem sie den medianen Flächen der *Mm. obl. superiors* folgend dem caudalen Teil des hinteren Blasenabschnittes brustkorbartig umschliessen.

Lepidion eques.

W i r b e l s ä u l e. Die beiden ersten Wirbel tragen weder Rippen noch Parapophysen. Die Wirbel 3—5 tragen je ein Rippenpaar, aber keine Parapophysen. Die ersten Parapophysen tre-

ten am 6 Wirbel als kleine dreieckige Knochen mit schräg von hinten dorsal nach vorn ventral gerichteter ventralen Fläche auf. Die Parapophysen des 7 Wirbels sind verhältnismäsig grösser und haben eine ebenfalls schräg nach vorn gerichtete ventrale Fläche aufzuweisen. Die Parapophysen der Wirbel 8—10 sind säbelförmig und verhältnismässig stark ventralwärts gebogen. Die Parapophysen der Wirbel 11—15 sind ebenfalls säbelförmig. Dafür sind sie aber breiter und b e d e u t e n d weniger ventralwärts gebogen als jene, bilden also mit einander einen deutlich grösseren Winkel als die Parapophysen der Wirbel 8—10. Die Parapophysen des 11 Wirbels sind die längsten. Von diesem Wirbel ab werden die Parapophysen nach hinten hin allmählich immer kürzer. Der erste Haemalbogen fand sich am 17 Wirbel. Sämtliche Parapophysen tragen kurze, gebogene Rippen, welche vom 10 Wirbel ab schwanzwärts eine deutliche Höhlung der Leibeshöhle umschliessen.

M u s k e l n. Die ventrale Rumpfmuskulatur ist aus zwei Schichten aufgebaut, nämlich im Bereiche des 5 Wirbels hauptsächlich vom *M. obl. inferior,* während der *M. obl. superior* Taf. VI. F. 14. die Leibeshöhle obdacht. Im Bereich des 8 Wirbels ist dieser Muskel schon bedeutend stärker ausgebildet, während jener an Bedeutung abgenommen hat. In Bereiche des 14 Wirbels sind die *Mm. obl. superiores* noch weiter ventralwärts gerückt, u. s. w. bis ihre ventralen Ränder im Bereiche des 16 Wirbels, unter vollständiger Verdrängung des *M. obl. inferior* von der Leibeshöhle, median zusammenstossen. Inzwischen ist auch der ventral von der Schwimmblase gelegene Leibeshöhlenraum so stark verdrengt worden, dass im Bereiche der Wirbel 16—17 für den letzten Nierenabschnitt, der um den hintersten Teil der Schwimmblase gebogen ist, eben nur Platz übrig bleibt.

S c h w i m m b l a s e. Die Schwimmblase dieser Art zerfällt in drei Abteilungen: einen vorderen, einen hinteren und einen Taf. VI. F. 10, 11, 12. diese beiden Blasenabschnitte mit einander verbindenden Kanal.

Der vordere Abschnitt ist vorn seicht gegabelt. D. h. es ziehen rechts und links von einem verhältnismässig tiefen, medianen Einschnitte zwei leicht nach vorn gekrümmte, blind und spitz endende Gabeläste nach vorn aussen hin. Bei intakter Lage

des Organes, ist der mediane Einschnitt grössten Teils von den hinteren Enden der beiden Schlundknochenmuskeln aufgenommen. Zwischen diesen Muskeln quillt ein Nierenabschnitt hervor, der ventral umbiegt und sich als herzförmiger Lappen der ventralen Blasenwandung anlegt. Im Bereiche der Gabeläste ist der vordere Blasenabschnitt in dorsoventraler Richtung abgeplattet. Hinten ist dieser Abschnitt sackförmig aufgeblasen. Sucht man den vorderen Blasenabschnitt frei zu legen, gelingt dieses nicht ohne weiteres, indem dieser Abschnitt an vier verschiedenen Stellen mit dem Schädel in folgender Weise fest verbunden ist. Rechts und links von dem medianen Einschnitte des vorderen Blasenrandes ist die Schwimmblasenwandung ambossartig verdickt. Diese Bildungen bestehen aus knochenharten, median abgerun-
Taf. VII. F. 4. deten, lateral zugespitzen Platten, welche einer Verdickung der Blasenwandung, die besonders an der dorsalen Seite der Schwimmblase hervortritt, schief ansitzen. Vermittelst dieser Platten, die schräg nach vorn aussen gerichtet sind und je eine Fensterung
Taf. VII. F. 2. der *Oo. exoccipitalia* genau ausfüllen, ist der vordere Blasenabschnitt mit der Schädelbasis fest verbunden. Lateralwärts von diesen Platten ist der vordere Blasenrand durch einen schmalen Spalt vom Schädel getrennt. Noch weiter lateralwärts werden die Spitzen der beiden Gabeläste vermittelst je einem besonderen, vogelschnabelförmigen Ligament an die nach hinten aussen gerichteten Fortsätze der beiden *Oo. exoccipitalia* befestigt.

Ausser an den Schädel ist der vordere Blasenabschnitt in folgender Weise an die Wirbelsäule befestigt: rechts und links
Taf. VI. F. 11. von einer rinnenförmigen Vertiefung der dorsalen Blasenwandung, welche Rinne eine Fortsätzung des medianen Einschnittes des vorderen Blasenrandes bildet, gehen von der Basis der beiden ambossförmigen Verdickungen zwei kurze Ligamente ab, die nach hinten aussen ziehen und sich seitlich an den Körper des 3 Wirbels befestigen. Eine Strecke weiter nach hinten geht abermals ein Ligamentenpaar von der dorsalen Blasenwandung ab, dessen Bänder breit sind und nach hinten hin in Bindegewebigen Züge übergehen, welche den Kanal, der die beiden Schwimmblasenabschnitte mit einander verbindet an die Wirbelsäule befestigen. Selbst sind die Ligamente an die Körper des 4 und 6 Wirbels be-

festigt. Auf solche Weise bleibt zwischen der Wirbelsäule und der dorsalen Blasenwandung ein Raum zur Aufnahme von Aorta und Nieren frei.

Der die beiden Blasenabschnitte verbindende Kanal befindet sich im Bereiche der Wirbel 6—10. Dieser Kanal, der ein deutliches Lumen aufzuweisen hat, ist dorsal im Winkel zwischen Wirbelkörper und Parapophysen vermittelst ligamentöser Bänder an die Wirbelsäule befestigt, während der Raum dorsal von ihm von Aorta und Nieren aufgenommen wird.

Der hinterste Blasenabschnitt stellt einen einfachen, eiförmigen Sack dar, dessen stumpfes Ende nach vorn gerichtet ist. Dieser Sack, der sich im Bereiche der Wirbel 11—17 ausdehnt, liegt den Parapophysen nur locker an. Die ventrale Wandung des hinteren Blasenabschnittes ist im Bereich der Wirbel 11—14 median frei, während sein hinterster Teil zum Teil von der Rumpfmuskulatur, zum Teil von einem Nierenabschnitte ausgekleidet wird. Es wiederhohlen sich also am hinteren Abschnitte der Schwimmblase von *Lepidion eques* dieselben Befunde wie bei *Mora mora,* nur mit dem Unterschiede, dass bei jener Art die *Mm. obl. superiores* keine in die Leibeshöhle hervorragende Wülste bilden und erst dicht vor dem ersten Haemalbogen median zusammenstossen, während dass zusammentreten dieser Muskeln ja bei *M. mora* schon eine Strecke weiter kopfwärts erfolgte.

Die Dimensionen der Schwimmblase waren bei einem 15 cm. langen ♀ folgende: Abstand zwischen den Spitzen der Gabeläste 22 mm. Tiefe der Gabelung 8 mm. Länge des Schwimmblasenkanales 7 mm. Äussere Breite 3 mm. Länge des hinteren Blasenabschnittes 22 mm. grösste Breite 14 mm.

Halargyreus affinis.

W i r b e l s ä u l e. Die Totalanzahl Wirbel betrug beim untersuchten Individuum 55. Die ersten Parapophysen treten am 5 Wirbel als kleine, dreieckige, spitze Knochen auf. Die Parapophysen des 6 Wirbels gleichen denjenigen des 5 Wirbels, sind aber länger als jene. Die Parapophysen der Wirbel 7—22 sind

spitze, säbelförmige Knochen die annähernd senkrecht zur Wirbelsäule stehen. Sie sind recht stark ventralwärts geneigt und bilden mit einander einen annähernd gleichgrossen Winkel. Der erste Haemalbogen tritt am 23 Wirbel auf.

Muskeln. Von der ventralen Rumpfmuskulatur sei erwähnt, dass diese sich aus zwei Schichten aufbaut; nach innen der *M. obl. superior* mit von vorn-dorsal nach hinten-ventral verlaufenden Fasern, nach aussen der *M. obl. inferior* mit von vorn ventral nach hinten-dorsal verlaufenden Fasern. Von diesen Muskeln bildet der *M. obl. inferior* eine dünne Lamelle, welche dorsal die Seitenlinie erreicht. Der *M. obl. superior* dagegen erscheint dort, wo er in Bereiche der Wirbel 6—12 die Leibeshöhle
Taf. VI. F. 20. 19. dorsal obdacht, gewissermassen verdickt. Seine ventrale portion dagegen erscheint als eine dünne Lamelle nach innen von dem *M. obl. inferior,* während die ventrale Bauchwand vom letzgenannten Muskel alleine aufgebaut wird. Schliesslich ist zu bemerken, dass die proximalen Enden der kurzen Rippen den ventralen Rand des *M. obl. superior* nicht erreichen, sondern in halber Höhe desselben enden.

Schwimmblase. Die Schwimmblase von *Halargyreus affinis* zerfällt in zwei Abschnitte, einen vorderen und einen hinte-
Taf. VI. F. 16. ren. Der vordere Abschnitt ist vorn in ähnlicher Weise, wie der vordere Teil der Schwimmblase von *Lepidion eques,* gegabelt. Auch die Befestigung der Schwimmblase an den Schädel wird von zwei ambossförmigen Verdickungen der vorderen Blasenwand vermittelt, und zwar so, dass die knochenharten Ambossflächen genau in je eine Fensterung der *Oo. exoccipitalia* hinein passen. Lateral erfolgt die Befestigung des vorderen Blasenabschnittes an den Schädel durch zwei vogelschnabelähnliche Ligamente, die sich an die hinteren Fortsätze der *Oo. exoccipitalia* befestigen.

Die Befestigung der dorsalen Wandung des vorderen Blasenabschnittes an die Wirbelsäule erfolgt in ähnlicher Weise wie bei *Lepidion eques,* also vermittelst zweier Ligamentenpaare, von denen das erste Paar an der Basis der Ambösse abgeht und zum
Taf VI. F. 17. Körper des 2 Wirbels zieht. Das zweite Paar geht eine Strecke weiter schwanzwärts von der dorsalen Blasenwandung ab und zieht zum Körper des 3 Wirbels. Das dritte Ligamentenpaar

schliesslich geht dicht vor der Basis des vorderen Blasenabschnittes von der dorsalen Blasenwandung ab; die proximalen Enden dieser Ligamente sind an den Körper des 5 Wirbels befestigt. Diese Ligamente sind aber bei *H. affinis* verhältnismässig länger als bei *L. eques*. Folglich ist auch der freie Raum zwischen dorsaler Blasenwandung und Schwimmblase bei jener Art verhältnismässig grösser als bei dieser. Hier wie dort wird dieser Raum von Aorta und Nieren aufgenommen.

Der hintere Blasenabschnitt weist im Bereiche der Wirbel 6—14 sieben bis acht Paar seitliche Ausbuchtungen auf, während er weiter schwanzwärts einen einfachen, hinten spitz endigenden Sack bildet. Im Bereiche der seitlichen Ausbuchtungen ist die Schwimmblase in folgender Weise an die Wirbelsäule befestigt: im Winkel zwischen dem vorderen Blasenabschnitte und dem ersten Zackenpaare gehen von der ventralen Blasenwandung zwei verhältnismässig breite, bindegewebige Bändchen ab, dessen proximale Enden seitlich an den Körper des 6 Wirbels befestigt sind. Ein zweites Bändchenpaar geht von den hinteren Rändern der ersten Zacken ab. Diese Bändchen befestigen sich mit ihren proximalen Enden im Winkel zwischen den Parapophysen und dem Wirbelkörper an die Parapophysen des 7 Wirbels. Weiter schwanzwärts erfolgt die Befestigung der Zacken an die Wirbelsäule vermittelst ähnlicher bindegewebiger Bändchen, die im Winkel zwischen zweier Nachbarausbuchtungen von der ventralen Blasenwandung abgehen, und deren proximale Enden an die Wirbelkörper *zwischen* zweien Nachbarparapophysenpaaren befestigt sind. Die Schwimmblase greift also nicht nur nicht auf die Parapophysen über, sondern ist, Dank der eben beschriebenen Bändchenanordnung, derart von der Wirbelsäule entfernt, dass zwischen dieser und der dorsalen Blasenwandung ein verhältnismässig weiter Raum zur Aufnahme von Aorta und Nieren frei bleibt. Der caudale, ungezackte Teil des hinteren Blasenabschnittes, ist nicht fester mit der Wirbelsäule verbunden, als dass derselbe, vermittelst eines leichten Pinsettenzuges, frei gelegt werden kann. Beim 23 Wirbel schliesslich tritt die Schwimmblase in den Haemalkanal ein, wo das Organ ventral vom 26 Wirbel endet. Die Dimensionen der Schwimmblase bei einem 16 cm.

Taf. VI. F. 18.

Taf. VII. F. 12, 15

langen ♀ waren: Breite zwischen den Spitzen der Gabeläste 15 mm. Tiefe der Gabelung 7 mm. Abstand von der Tiefe der Gabelung zur Basis des vorderen Blasenabschnittes 7 mm. Länge des hinteren Abschnittes 55 mm., hiervon 50 mm. binnen der Leibeshöhle. Breite über dem ersten Zackenpaare 5 mm.

II. Besprechender Abschnitt.

Zwecks besseren Überblickes über die verschiedenen, im speziellen Teile beschriebenen Schwimmblasenformen ist es angemessen, dieselben tabellarisch zu ordnen. Dabei soll einem Einteilungsgrunde gefolgt werden, der teils die Gestalt der verschiedenen Formen, teils die Art der Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle berücksichtigt. (Vergl., S. 56.).

Überblicken wir zunächst die Verhältnisse binnen der Gruppen I a und II a einerseits und der Gruppen I b und II b andererseits, wird es uns wohl im ersten Augenblicke befremdend erscheinen, dass diese einander gegenübergestellten Gruppen sich weder in der einen, noch in der anderen Hinsicht decken. Finden wir doch in der Gruppe I a nicht minder wie neun Arten [1], deren Schwimmblasen, trotzdem sie mit dem Parapophysengerüste fest verbunden sind, eine einheitliche seitliche Kontur aufzuweisen haben. Während von den vierzehn Arten der Gruppe II b nur sex in der Gruppe II a wiederzufinden sind. Folglich kann die gezackte Schwimmblasenkontur nicht, wie man es sich dieses im ersten Augenblicke leicht vorstellte, ohne weiteres aus der Befestigung der Schwimmblase an die Parapophysen erklärt werden.

Vergleicht man aber ein Parapophysengerüst eines Vertreters der Gruppe II a, z. B. *G. aeglefinus,* mit dem Parapophysengerüste einer Art, welche den Gruppen I a und II b gemeinsam ist, z. B. *G. pollachius,* oder besser noch zwei mittlere Wirbel dieser beiden Arten, wird man bald gewisse Unterschiede erkennen, die jenes merkwürdige Verhalten erklären können, dass die, bei beiden diesen Arten im grossen und ganzen ähnliche Befestigung der Schwimmblase an die Parapophysen, nur bei jener Art zur Zackenbildung führt, während sie bei dieser Art unterbleibt. Es zeigt nämlich ein solcher Vergleich 1:o dass die Parapophysen von *G. aeglefinus* verhältnismässig länger sind als die Parapophysen von *G. pollachius;* 2:o dass der Winkel den die Parapohpysen, eines und desselben Wirbels mit einander bilden, bei jener Art bedeutend grösser ist als bei dieser; 3:o schliesslich, dass, wenn wir

Taf. V. F. 11, 12, 13.

Taf. V. F. 8, 9, 10.

[1] Diese Arten sind mit einem × vermerkt.

Kreise konstruieren, die mit den ventralen Flächen der Parapophysen tunlichst zusammenfallen, ein solcher Kreis bei *G. aeglefinus* einen verhältnismässig grösseren Radius haben wird als bei *G. pollachius*.

Tabelle 1.

	Nematonurus armatus	
	Bathygadus melanobranchus	**Gruppe I b**
	Macrurus laevis	Lockere Verbindung der Schwimmblase mit der Wirbelsäule.
	Macrurus Fabricii	
	Gadiculus argenteus	
	Gadus minutus	
	» *Esmarckii*	
Gruppe I a	× » *poutassou*	
Seitliche Kontur einheitlich.	× *Lota vulgaris*	
	× *Molva vulgaris*	
	× » *byrkelange*	
	× » *elongata*	**Gruppe II b**
	× *Brosmius brosme*	Schwimmblase mit dem Parapophysengerüste fest verbunden.
	× » *virens*	
	× » *pollachius*	
	× » *merlangus*	
Gruppe II a	*Gadus aeglefinus*	
Seitliche Kontur in Zacken oder Ausbuchtungen zerlegt.	» *callarias*	
	» *saida*	
	Merluccius vulgaris	
	Gadus navaga	
Gruppe III a	*Halargyreus affinis*	**Gruppe III b**
Schwimmblase gekammert, vorderes Ende gegabelt.	*Lepidion eques*	Gabeläste mit dem Schädel verbunden.
	Mora mora	
	Phycis mediterranaeus	
	Raniceps raninus	
Gruppe IV a	*Macrurus Fabricii*	**Gruppe IV b**
Schwimmblase einfach vorderes Blasenende gegabelt.	*Molva elongata*	Gabeläste frei, oder mit der Wirbelsäule verbunden.
	» *vulgaris*	
	» *byrkelange*	
	Lota vulgaris	
	Gadus Esmarckii	
	» *minutus*	
Gruppe V a	*Gadus callarias*	**Gruppe V b**
Vorderes Blasenende mit Hörnern, versehen.	» *virens*	Hörner frei endigend.
	» *merlangus*	
	» *aeglefinus*	
	» *navaga*	
	» *pollachius*	
	Merluccius vulgaris	

Erfahrungsgemäss wissen wir, dass ein länglicher Sack, z. B. ein Gummi-condom, wenn dasselbe aufgeblasen wird, eine Gestalt annimmt, die sich der Form eines Rotationselipsoides tunlichst nähert, und folglich einen kreisrunden Querschnitt aufzuweisen hat. Kleben wir aber das flach zusammengelegte Condom mit der einen Hälfte an eine starre, ebene Unterlage, kann beim Aufblasen desselben nunmehr kein kreisrunder Querschnitt aufkommen. Lassen wir aber den Klebestoff nur halbwegs trocknen, und blasen dann das Condom auf, sehen wir, dass das Condom sich an den Seiten successiv von der Unterlage lostrennt, bis der kreisrunde Querschnitt wieder erreicht ist, und das Condom nur noch längs einem schmalen Streifen an der Unterlage haftet.

Kleben wir schliesslich die eine Hälfte des Condoms an einen dicken Pappstreifen auf, der beiderseits in Zacken zerlegt ist — etwa wie eine grobe Sägeschneide — und blasen danach das Condom auf, biegen sich seine Wandungen zwischen den Zacken mehr oder wenig deutlich gegen das Blasenlumen. Wählen wir aber ein weniger steifes Pappstück, finden wir bald, dass sich beim Aufblasen des Condomes nun auch die Pappzacken biegen, um, sofort man den inneren Druck nachlassen lässt, in die Anfangsstellung zurück zu federn. Und ist die Pappe nur genügend dünn, unterbleibt sogar die Zackenbildung gänzlich, indem die Pappzacken nun den seitlichen Wandungen des Condomes einfach Folge leisten.

Alle diese Versuche zeigen nun, dass beim Aufblasen eines Condomes, dessen eine Hälfte an eine Ebene befestigt ist, an der Grenze zwischen Condom und Unterlage Kräfte ansetzen, welche die Condomwandung von dieser loszutrennen suchen. Das an ein gezacktes Pappstück befestigte Condom ist aber zwischen den Zacken frei; folglich biegt sich die Wandung nur dort nach innen, und das aufgeblasene Condom erscheint seitlich gezackt. Sind aber auch die Pappzacken biegsam, so fallen damit alle Hindernisse für eine freie Biegung der Condomwandung weg, und sie erscheint ungezackt.

Kehren wir nun zu dem Wirbel von *G. pollachius* zurück, kann leicht konstatiert werden, dass die Parapophysen hier derart gekrümmt sind, dass ihre ventralen Flächen einen Teil eines Kreises umschreiben, dessen Radius sich mit dem Radius des Schwimmblasenquerschnittes deckt, während die ventralen

Flächen der Parapophysen bei *G. aeglefinus* eine Hohlfläche bilden, dessen Krümmung einem Radius entspricht, der grösser ist als der halbe Schwimmblasendurchmesser in der Höhe des betreffenden Wirbels. Folglich kann sich bei *G. pollachius* die Schwimmblase ungehindert so ausdehnen, wie sie es tun würde, wenn sie im freien Zustande aufgeblasen werden würde. Während die an das Parapophysengerüst gebundene Schwimmblase von *G. aeglefinus* sich in einer ähnlichen Lage befindet, wie das an dem nur wenig biegsamen, gezakten Pappstreifen befestigte Condom; nur zwischen den Parapophysen kann sich die Blasenwandung nach einwärts biegen. Dafür treten aber im inneren der Schwimmblase diese Doppelfalten als in das Blasenlumen hineinragende Septen hervor, deren Ränder einen Teil eines Kreises ausmachen, der von der freien, ventralen Blasenwandung vervollständigt wird.

Taf. V. F. 12. 13.

Untersuchen wir dann von gleichem Gesichtspunkte aus die Parapophysengerüste derjenigen, binnen der Gruppe I a untergebrachten Arten der Reihe nach, deren Schwimmblasen, trotzdem sie mit Parapophysengerüsten verbunden sind, keine seitliche Zacken aufweisen, nämlich *Lota vulgaris, Molva vulgaris, M. byrkelange, M. elongata* [1], *Brosmius brosme, Gadus poutassou, G. virens* und *G. merlangus,* finden wir bald, dass bei sämtlichen diesen Arten die Krümmung der Parapophysen eine solche ist, dass ihre ventralen Flächen eine Teilstrecke eines Kreises umfassen, dessen Durchmesser sich mit dem Durchmesser des kreisrunden Schwimmblasenquerschnittes deckt. Folglich besteht bei den in Frage stehenden Arten seitens der Parapophysengerüste kein Hindernis für die Schwimmblase sich so zu gestalten, wie sie es täte, wenn sie im freien Zustande aufgeblasen werden würde. In dem Verhalten, dass die Schwimmblasen sämtlicher, binnen der Gruppe I a unfergebrachten Arten eine einheitliche Kontur aufzuweisen haben, einerlei ob sie mit einem Parapophysengerüste fest verbunden sind oder einem solchen nur locker anliegen, besteht also der Hauptsache nach nunmehr nichts befremdendes.

Taf. V. F. 6, 18, 16, 17.

Taf. VI. F. 9.

[1] Von dieser Art habe ich die Wirbelsäule leider nicht zur Hand. Von der Zeit, wo ich die hieroben abgebildeten Präparate ausführte, kann ich mich doch bestimmt erinnern, dass die Parapophysen dieser Art eine gleiche Stellung einnahmen, wie diejenigen von *M. byrkelange,* denen sie auch im übrigen ähnlich waren.

Dagegen sind wir betreffend der übrigen gezackten Schwimmblasenformen der Gruppe II a gezwungen zuzugestehen, dass sich hier die Verhältnisse nicht so einfach deuten lassen, wie es dieses bei *G. aeglefinus* der Fall war.

Am einfachsten gedeutet sind noch die Verhältnisse bei *G. saida*. Bei jener Art stehen nämlich wenigstens diejenigen Parapaphysen, welche den seitlichen Schwimmblasenzacken entsprechen, annähernd horizontal und nehmen also tatsächlich eine Stellung ein, welche, der obigen Auseinandersetzung gemäss, zur gezackten Blasenkontur führen soll. Nebenbei finden wir bei *G. saida* aber auch am vorderen Ende der Wirbelsäule Parapophysen, die horizontal gestellt sind, ohne dass die Schwimmblase im entsprechendem Bereiche gezackt erscheint. Folglich muss zugestanden werden, dass sich in diesem Falle die Theorie mit dem Tatsächlichen nicht deckt.

Hierbei darf aber andererseits nicht vergessen werden, dass diese vorderen Parapophysen hier nicht grösser sind, als dass es an der Hand liegt anzunehmen, dass unter solchen Umständen überhaupt nicht Spannungen auftreten, die eine Zackenbildung bedingen könnten. Ausserdem dürften jene zwei Schwimmblasenmuskeln, welche grade in dem in Frage stehenden Abschnitte das Organ auskleiden, dazu beitragen haben können, dass eine Zackenbildung, trotz der horizontalgestellten Parapophysen, hier nicht auftritt.

Ebenso schwer gedeutet. sind dann die Verhältnisse bei *G callarias*. An dieser Schwimmblase finden wir nämlich nur am hinteren Blasenabschnitte, seitliche Z a c k e n, während der vordere Teil des Organes seitliche A u s b u c h t u n g e n aufzuweisen hat. Nun ist aber, wie wir uns erinnern, die Blasenwandung im Bereiche der Ausbuchtungen am Grunde der tiefen Spalten zwischen diesen, zum Teil an die Wirbelsäule, zum Teil an die Spitzen der vordersten Parapophysen befestigt. Es können daher die vorderen Ausbuchtungen so erklärt werden, dass von diesen, weit median gelegenen Befestigungspunkten Spannungen ausgehen, welche die Blasenwandung in ähnlicher Weise nach einwärts ziehen, wie sich ein unvollständig gestrecktes Segel, dort wo es am Maste durch Ringe befestigt ist, gegen die Windrichtung gefaltet erscheint, während die Segelstrecke, die sich zwischen den Ringen befindet, mit dem Winde einen Bauch bildet.

Taf. V. F. 1. u. 2.

Im Bereiche der Zacken wiederum, wo die seitliche Schwimm-
Taf. V. F 5. blasenwandung kaum über die Parapophysenspitzen hinausreicht, ist die Zackenbildung ohne weiteres in ähnlicher Weise zu deuten wie bei *G. aeglefinus*. Und wenn auch die Parapophysen der vier, fünf letzten Rumpfwirbel keinen grösseren Winkel umfassen, als dass deswegen eine Zackenbildung nicht aufzukommen brauchte, und dennoch an diesen Parapophysen Zacken auftreten, so ist
Taf. V. F. 19. dieses Verhalten, nur als eine Ausnahme zu betrachten, welche die Regel bestätigen hilft. Im Bereiche dieser Parapophysen ist nämlich die ventrale Blasenwandung zwischen den Parapophysenspitzen so kurz ausgespannt, dass beim Füllen der Schwimmblase Spannungen aufkommen müssen, welche zwischen den Parapophysenspitzen die Blasenwandung nach einwärts biegen.

Wieder anderen Verhältnissen begegnen wir bei *Halargyreus affinis*. Hier ist nämlich, wie wir uns erinnern die Schwimmblase derart an das Parapophysengerüst befestigt, dass vom Grunde der Spalten zwischen den Ausbuchtungen des hinteren Blasenabschnittes kurze Ligamente abgehen, die sich z w i s c h e n den Parapophysen an die Basis dieser Knochen befestigen. Beim
Taf. VII. F. 12, 15. Füllen der Blase werden diese Ligamente einen Zug auf die seitliche Blasenwandung ausüben und dieselbe nach innen biegen. Am hintersten Blasenabschnitte aber, wo die Schwimmblase nicht
Taf. VI. F. 18. in solcher weise an das Parapophysengerüst befestigt ist, sondern den Parapophysen nur locker anliegt, fehlen auch die seitlichen Ausbuchtungen, also gerade so, wie es die Theorie fordert.

Bei *Merluccius vulgaris* bestehen in so fern wieder verschiedenartige Verhältnisse, als an der Schwimmblase dieser Art, trotz dem Vorkommen deutlich ausgebildeter seitlicher Zacken, die in das Blasenlumen hineinragenden Septen zwischen den Zacken zu fehlen scheinen.

Diese Umstände können jedoch, wie gleich näher erörtert werden soll, die Annahme eines Zusammenhanges zwischen dem Auftreten der seitlichen Zacken und der Stellung der Parapophysen nicht verrücken. Es ragen nämlich bei *Merluccius vulgaris* die hinteren Ränder der rinnenförmigen Parapophysen derart in das Blasenlumen hinein, dass die sie auskleidende Blasenwandung in ähnlicher Weise gegen das Blasenlumen hin verschoben erscheint, wie sie dieses beim Aufblasen der Schwimmblase

sein würde, falls die inneren Flächen der Parapophysen eben wären. Es treten also auch bei *Merluccius vulgaris* in das Lumen des Organes hineinragenden Septen auf, die aber zum Teil darum Taf. VI. F. 8. weniger deutlich zu Tage treten, dass nur der die Spalten zwischen den Parapophysen überbrückende Teil der Blasenwandung verdickt erscheint, während jener die Parapophysen selbst auskleidende Teil der Wandung ganz dünn ist. Zum Teil erscheinen sie deswegen undeutlich, weil sie nicht frei liegen, sondern von den nach innen gebogenen Rändern der Parapophysen ausgekleidet werden.

Wir finden also, dass sich auch die, dem ersten Anscheine nach schwer zu deutende Gestalt der Schwimmblase von *Merluccius vulgaris* in einfacher Weise aus Spannungsverhältnissen erklären lässt, die beim Ausspannen der, an das hier so besonders gestaltete Parapophysengerüst befestigten Schwimmblase wirksam sind. Ja, es erscheinen bei *Merluccius vulgaris* sogar die Parapophysen so nach dem Blasenlumen hin gebogen, dass es an der Hand liegt die Vermutung auszusprechen, es seien selbst die Parapophysen unter dem Einflusse dieser Spannungen in offene Rinnen umgestaltet worden. Oder m. a. W. es dürfte sich an jedem Parapophysen im Prinzip derselbe Vorgang abgespielt haben, wie an dem, an einen dünnen Pappstreifen befestigten Condome, wo die Ränder dieses Streifens beim aufblasen des Condomes sich mit seinen seitlichen Wandung biegen. Ja es erscheint eine solche Deutung sogar recht wahrscheinlich, wo bei *G. aeglefinus* die rinnenförmigen Spitzen der hintersten Parapophysen offenbar in dieser Weise zu deuten sind.

Schliesslich bleibt uns noch die Schwimmblase bei *G. navaga* zu besprechen übrig. Auch bei dieser Art ist jener Winkel, den die Parapophysen eines und desselben Wirbels mit einander bilden, ein solcher, dass sich das Vorkommen der seitlichen Zacken auch hier in gewohnter Weise deuten liesse. Trotzdem ist bei *G. navaga* eine solche Deutung aus dem Grunde nicht zulässig, dass die Blasenzacken ja hier von den hohlen Parapophysenspitzen umfasst werden und somit unmöglich als einfache Folgeerscheinungen der gewohnten Spannungsverhältnisse aufgefasst werden können. Will man aber dennoch an einer solchen Deutung festhalten, ist man genötigt zu der Annahme zu greifen, dass die Parapaphysen zunächst rinnenförmig waren, wonach sich ihre Ränder um die

Zacken gebogen haben um schliesslich ventral von diesen zu verwachsen.

Fassen wir nun das hier oben angeführte kurts zusammen, ergibt sich folgendes:

Erstens kann bei den in Frage stehenden Arten, mit Ausnahme von *G. navaga,* konstatiert werden, dass seitliche Zacken bzw., seitliche Ausbuchtungen der Schwimmblasenwandung regelmässig dort vorkommen, wo entweder die Gestalt des Parapophysengerüstes eine solche ist, dass, beim Füllen der an dieses Gerüst befestigten Schwimmblase, Spannungen aufkommen werden, welche die Blasenwandung zwischen den Parapophysenspitzen nach einwärts biegen, *(G. aeglefinus, Merluccius vulgaris, G. callarias,* hinterer Abschnitt und *G. saida),* sowie auch dort, wo die Befestigung des Organes an die Wirbelsäule eine solche ist, dass beim Füllen derselben Spannungen aufkommen, welche die Blasenwandung von den Befestigungspunkten aus nach innen ziehen. *(Halargyreus affinis* und *G. callarias,* vorderer Abschnitt).

Zweitens kann konstantiert werden, dass bei *M. byrkelange, M. elongata, M. vulgaris, Br. brosme, G. virens, G. pollachius* und *G. merlangus,* wo die Parapophysen eine solche Stellung einnehmen, bzw. so gebogen sind, dass ihrerseits keine Hindernisse für die freie Ausdehnung der Schwimmblase aufkommen können, auch die seitlichen Zacken fehlen.

Drittens findet man auch diese Schwimmblasenformen mehr oder weniger deutlich gezackt, wenn an in Formol konservierten Präparaten die Blasenwandung geschrumpft ist und desswegen
Taf. IV. F. 7. zwischen den Parapophysen querüber der Schwimmblase stram ausgespannt erscheint.

Viertens ist der Fall besonders lehrreich, wo bei einem *G. callarias,* dessen Parapophysen der einen Seite entlang unnormal nach aussen gebogen waren, und die Schwimmblase von den
Taf. V. F. 14, 15. Eingeweiden unnormal zur linken Seite verschoben erschien, sowohl die seitlichen Zacken wie die inneren Septen an dieser Seite vollständig fehlten, während sie an der anderen wohl entwickelt waren.

Fünftens schliesslich kann konstatiert werden, dass jene Schwimmblasenformen, deren Wandungen den Parapophysen,

seien diese noch so gut ausgebildet, nur locker anliegen, sich ohne Ausnahme durch das Fehlen der Zacken auszeichnen. — Es liesse sich somit die im ersten Augenblicke so befremdende Formverschiedenheit der Schwimmblasen der in Frage stehenden Arten in einfacher Weise deuten.

Bisweiter haben wir jedoch unsere Aufgabe nur so besprochen, als ob die Schwimmblasenwandung unbedingt elastisch sei. Dieses ist aber nicht der Fall. Denn wenn wir eine gezackte Schwimmblase von dem Parapophysengerüste abtrennen, werden die Zacken nicht einfach ausgeglichen, sondern bestehen nach wie vor in ähnlicher Form. Folglich können die Verhältnisse der Schwimmblase nicht ohne weiteres mit dem Verhalten eines unbedingt elastischen Condomes verglichen werden. Immerhin bleibt aber die Erklärungsweise übrig, dass der Schwimmblasenwandung, unter dem permanenten Einflusse bestimmter Spannungen, schliesslich eine, in jedem Falle bestimmte Form, oder vielleicht richtiger ein besonderer Schnitt verliehen wird, etwa wie ein Kleidungsstück, z. B. ein Paar Beinkleider, wenn sie während einer Zeit immer wieder in bestimmter Weise gestreckt werden, mit der Zeit eine dieser Streckung entsprechende, permanente Form annehmen.

Eine solche Erklärungsweise setzt aber voraus, dass beim Heranwachsen der Schwimmblase, während des Wachstumes des Fisches, die Ausbildung der Zacken u. s. w, auch zeitlich dem Auftreten bestimmter Spannungsverhältnisse folgte. Ist dieses aber nicht der Fall, d. h. sollte es sich bei einer künftigen Untersuchung diesbezüglicher Fragen herausstellen, dass die in Frage stehenden Bildungen schon auf einem Entwicklungsstadium des Individuums auftreten, wo besondere Spannungsverhältnisse überhaupt nicht wirksam sein können, muss, wenn die Form hiervon abhinge, schon an eine Möglichkeit der Übertragung erworbener Eigenschaften auf die Nachkommen gedacht werden.

Schliesslich ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Elemente der Schwimmblasenwandung, beim Heranwachsen des Organes, überhaupt nicht unter permanenten Einflüssen besonderer Spannungen stehen, sondern sich im Gegenteil so ordnen, dass sie beim Ausspannen der Schwimmblase tunlichst wenig von den hierbei in Kraft tretenden Spannungen beeinflusst werden. D. h.

wir könnten uns z. B. die an der Schwimmblase von *G. aeglefinus* bestehenden Verhältnisse etwa so erklären, dass die Einbuchtungen der Blasenwandung zwischen den Zacken nicht aus dem Grunde erfolgt dass sie einem nach innen gerichteten Zuge ausgesetzt sei, sondern desswegen, weil die Elemente der Blasenwandung gerade bei einer solchen Faltung im tunlichst geringem Grade von den, bei einer Ausdehung der Blasenwandung auftretenden Spannungen beeinflusst werden.

Keine dieser Fragen kann aber zur Zeit endgültig beantwortet werden. Und wir müssen uns desswegen bisweiter damit begnügen festgestellt zu haben, dass die Schwimmblase der verschiedenen, in dieser Arbeit untersuchten Arten in überraschender Weise so gestaltet ist, wie sich ein elastischer, an ein ähnliches starres System befestigter, Sack beim aufblasen gestalten würde.

Nur so viel dürfte jedoch mit Sicherheit behauptet werden können, dass weder die Befestigung der Blasenwandung, noch die Gestalt der verschiedenen Parapophysengerüste die einzigen Ursachen sein können, welche in letzter Hand die eine oder andere Schwimmblasenform haben bedingen können. Denn wenn einmal die seitlichen Zacken bezw. das Fehlen der Zacken bei der einen oder anderen Form von der Gestalt des Parapophysengerüstes abhängig sind, müssen dahinter wieder andere Ursachen stecken, welche jenes Verhalten, dass in einigen Fällen eine feste, in anderen nur eine lockere Verbindung der Schwimmblase mit den Parapophysengerüste besteht, haben bewirken können. Und es fragt sich nun, welche sind dann diese Ursachen?

Beim Versuche diese Frage zu beantworten, denkt man zunächst an einen Zusammenhang zwischen der Gestalt des Parapophysengerüstes und der Körperform des Fisches. Wie nahe an der Hand eine solche Deutung aber auch liegen mag, fehlen uns jedoch bis auf weiteres überzeugende Belege dafür, dass ein solches Verhalten tatsächlich bestände. Ja, es sprechen sogar gewisse Umstände gegen eine solche Deutung.

Vergleichen wir nämlich die Querschnitte des Rumpfes verschiedener Arten mit einander, stellt sich hierbei bald heraus, dass überaus lange, stark nach aussen hin gerichtete Parapophysen sowohl bei Fischen mit mehr oder weniger ausgeprägt drehrunder Körperform *(Merluccius)*, wie bei Fischen mit in lateraler Richt-

ung flachgedrücktem Rumpfe vorkommen *(G. aeglefinus)*. Ja, es hat sogar diese Art unter den untersuchten Fischen die verhältnismässig längsten Parapophysen aufzuweisen. Ebenso kommt auch der kurze, stark ventralwärts gerichtete Parapophysentypus sowohl bei Arten mit drehrunder Körperform *(Molva vulgaris)*, wie bei Arten mit flachgedrücktem Rumpfe *(G. merlangus)* vor. Folglich erscheint es höchst fraglich, ob überhaupt die Stellung der Parapophysen von der Körperform abhängig sei.

Die einzigen Arten, für welche eine solche Deutung noch zulässig wäre, sind *G. callarias* und *G. navaga*. Bei jener Art kann man nämlich es sich noch denken, dass jene keulenförmige Gestalt des Körpers, welche diese Art auszeichnet, die besondere Stellung der vordersten Parapophysen und ganz besonders die scharfe Krümmung des vorderen Teiles der Wirbelsäule bedinge. Bei *G. navaga* wiederum ist es denkbar, dass der im Querschnitt dreieckige Rumpf die Stellung der stark nach aussen gerichteten Parapophysen hätte bewirken können.

Zu alle diesem kann aber andererseits bemerkt werden, dass die Körpergestalt dieser Fische ja *mutatis mutandis* ebenso gut von der bestehenden Stellung der Parapophysen oder von noch anderen Ursachen abhängig sein könnte, als umgekehrt. Und wenn dann — wie weiter unten näher auseinandergesezt werden soll — die verschieden gestalteten Parapophysengerüste mit wenigstens einiger Wahrscheinlichkeit in noch anderer Weise gedeutet werden können, scheint es angemessen die eben erwähnte Frage bis weiter offen stehen zu lassen, um uns demnächst mit den eben angedeuteten anderen Möglichkeiten zu beschäftigen.

Bei der so überaus verschiedenen Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle drängt sich einem der Gedanke vor allen anderen auf, dass die verschiedenartige Gestalt der Parapophysengerüste der untersuchten Arten aus verschiedenen Ansprüchen auf Stärke oder Festigkeit seitens der Schwimmblase abzuleiten sei. Folglich ist es angemessen uns zunächst nach jenen Ursachen umzusehen, aus denen solche verschiedenartige Ansprüche auf die Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle hätten hervorgehen können. Um aber dieses tun zu können, ist es notwendig zunächst einen Streifzug in das Gebiet der Funktion der Schwimmblase anzutreten.

Seit 1876, in welchem Jahre Moreau seine geistreichen Versuche zur Aufklärung der Funktion der Schwimmblase veröffentlichte [1], wissen wir:

(1) dass das Volumen eines mit einer Schwimmblase ausgerüsteten Fisches nicht konstant ist, sondern dass dieses Volumen während auf- bzw. absteigender Bewegungen des Fisches mit dem, in verschiedenen Tiefen immer verschieden grossen, auf den Fisch lastenden Wasserdrucke wechselt, und dieses zwar deswegen, weil sich das Volumen der in der Schwimmblase eingeschlossenen Gase mit jenem Drucke ändert. Folglich wird auch die Dichte des Fisches dem Wasser gegenüber stets verändert werden und zwar beim Sinken des Fisches zunehmen, beim Steigen desselben wiederum abnehmen;

(2) dass ein mit einer Schwimmblase ausgerüsteter Fisch, jene nach oben bzw. nach unten treibenden Kräfte [1], welche aus seinem so veränderten sp. Gewichte resultieren, durch geeignete Schwimmbewegungen binnen gewisser Grenzen zu paralysieren im Stande ist;

(3) dass ein Fisch, dessen Schwimmblasenvolumen über ein gewisses Mass hinaus ausgedehnt bzw. zusammengedrückt worden ist, seiner freien Beweglichkeit wenigstens für eine Zeit lang beraubt ist; sei es, dass er an der Oberfläche hilflos herumtreibt oder am Boden verharrt;

(4) dass, ein Fisch, der sich in einem Niveau aufhält, wo Wasserdruck und Volumen so korrespondieren, dass die Dichte des Fisches dem Wasser gegenüber gleich 1 ist, dieses Niveau mit dem kleinsten Aufwande von Kraft behaupten kann (niveau des moindres efforts, Moreau);

(5) dass ein Fisch [3], der sich entweder spontan von diesem Niveau entfernt oder mit Gewalt aus demselben herausgebracht wird, im Stande ist, sein der Dichte = 1 entsprechendes Volumen früher oder später durch Ausscheidung von Gas in die Schwimm-

[1] Moreau, A. Recherches expérimentales sur les fonctions de la vessie natatoire. Annales des sciences naturelles, Ser. 6, Vol. 4, p. 85, 1876.

[2] Dass die Dichte des Fischkörpers ohne Schwimmblase grösser ist als die Dichte dess Wassers hat schon Biot gezeigt, 1807.

[3] Ich spreche hier nur von Physoclisten.

blase bzw. Resorption der Schwimmblasengase im jeden beliebigem Niveau wieder herzustellen;

(6) dass Fische überhaupt, so weit diesbezügliche Versuche angestellt worden sind, nicht das Volumen ihrer Schwimmblase durch aktive Kontraktion irgendwelcher Muskeln gewöhnlichenfalls verändern.

Nach Moreau haben sich Hüfner[1], Bohr[2], Tower[3] u. a. mit der Gassekretion in der Schwimmblase beschäftigt. Und nach ihren Versuchen und Analysen wissen wir nun, dass die Regelung des Gasinhaltes der Schwimmblase tatsächlich durch Sekretions bzw. durch Resorptionsvorgänge zu Stande gebracht wird, sowie auch, dass die Sekretion unter dem Einflusse des Nervensystemes steht. (Bohr).

Nussbaum, Jaeger[5], Woodland[6] u. a. Forscher haben ihrerseits die Gasdrüse der Schwimmblase als jene Stätte bezeichnet, von wo aus die Schwimmblasengase ausgeschieden werden. Ausserdem hat Jaeger die Theorie aufgestellt, dass die Resorption der Schwimmblasengase im Bereiche des sogenannten Ovales stattfinde. Dagegen hat seine überaus schwach begründete Behauptung, dass es den Fischen möglich sei, das Volumen der Schwimmblase durch aktive Muskeltätigkeit zu beeinflussen, keine weitere Stütze erhalten.

Neuerdings hat Baglioni[6] die Frage nach der Funktion der Schwimmblase der Fische zur erneuten Prüfung aufgenommen und u. a. den Einfluss folgender künstlicher Zustandsänderungen auf das Verhalten der Fische studiert, nämlich:

[1] Hüfner: Zur physikalischen Chemie der Schwimmblasengase. Arch f. (Anat.) Physiol., 1892, p. 54.

[2] Bohr, Chr.: The influence of section of the vagus nerve on the disengagement of gases in the air-bladder of fishes. Journal of Physiol. Vol. XV, 1894.

[3] Tower, R. W.: The gas in the swim-bladder of fishes. Bulletin of the United States Fish Commission. Vol. 21, 1901, p. 123.

[5] Jaeger, A.: Die Physiologie und Morphologie der Schwimmblase der Fische. Pflügers Archiv. Bd 94, 1903 ,p. 65—137.

[6] Woodland, W. N. J.: On the physiology of gas production in connection with the gas bladder of teleostean fishes. London, Rep. Brit. Ass. 1911.

[7] Baglioni, S.: Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische Zschr. f. Allg. Physiol. 8. 1908.

1. Änderungen (d. h. Erhöhung bzw. Verminderung) des äusseren Druckes;

2. Änderungen (d. h. Zunahme bzw. Abnahme) des eigenen Körpergewichtes der Versuchsfische;

3. Änderungen des Gasinhaltes der Schwimmblase (Entleerung durch Punktion, Injektion von Gasen).

Hierbei hat B a g l i o n i nicht nur die oben angeführten Befunde M o r e a u s in allem bestätigen können, sondern nebenbei auch die Beobachtung gemacht, dass Fische, die bei vermindertem Drucke in die Höhe gezogen werden, auf diese „physikalischen" Folgen mit ganz bestimmten und wohl koordinierten Bewegungen reagieren, „welche offenbar den Zweck haben, die schädlichen Folgen der Ausdehnung ihrer Schwimmblase zu beseitigen", indem die Fische mit Gewalt dem Boden des Versuchsgefässes entgegenstreben. Versuche mit erhöhtem Druck ergaben dann entgegengesetzte Resultate; es antworteten die Versuchstiere auf künstliche Druckerhöhung regelmässig mit koordinierten Schwimmbewegungen von unten nach oben "selbstredend mit dem Kopfe voran".

Bei künstlicher Änderung des Körpergewichtes (Anhängen von Bleigewichten oder Anbinden von Kork) zeigten die Versuche folgendes: Bei künstlicher Beschwerung ihres Körpers reagierten die Versuchtiere mit einer Erleicherung ihres relativen Körpergewichtes durch Volumenzunahme ihrer Schwimmblase, die vermittelst Ausscheidung von Gas zustande gebracht wurde. Eine künstliche Erleichterung ihres Körpers wiederum hatte ein Schwererwerden ihres relativen Körpergewichtes zur Folge. Und zwar wurde diese Reaktion durch Abnahme des Schwimmblasenvolumens bzw. Resorption des Schwimmblasengazes zu Stande gebracht.

Wurde schliesslich der Gasinhalt der Schwimmblase künstlich geändert, ergab sich folgendes. Das künstlich entfernte Gas wurde regelmässig durch erneuerte Sekretion ersetzt, wobei jene akut verlaufenden Erscheinungen, die der Gasentleerung folgen, ganz denen ähnlich waren, die sich nach künstlicher Erhöhung des Aussendruckes einstellen. Die Ergebnisse der Injektion von Sauerstoff oder Luft waren die folgenden. Wurde den Fischen Sauerstoff injiciert und dadurch das Schwimmblasenvolumen vergrössert, konnten die Tiere binnen etwa 24 Stunden den Sauerstoff

völlig resorbieren und auf diese Weise ihre normale Bewegungsfreiheit wieder gewinnen. Luft hingegen vermochten sie bis zu einem gewissen Punkte nicht vollständig zu resorbieren, so dass sie nie bei genügender Gasinjektion ihr normales Verhalten wieder gewinnen konnten. Nur Sauerstoff, aber kein Stickstoff konnte somit resorbiert werden.

Diese seine Ergebnisse fasst Baglioni[1] wie folgt zusammen: Es bestätigt sich die Theorie Moreaus, nach welcher es der Schwimmblase obliegt „das sp. Gewicht des Fisches so zu vermindern, dass der Fisch in einem bestimmten Wasserniveau seine normale Körperlage ohne Aufwand von Muskelkräften behaupten kann, Muskelkräfte, die gegen die Schwerkraft, welche den Fischkörper nach dem Wasserboden ziehen würde, arbeiten müssten" [1]. „Wenn wir nun den Fall des normalen, frei im Meer nektonisch lebenden Knochenfisches, der mit einer Schwimmblase versehen ist, betrachten, so ergeben sich direkt aus Obigem folgende Schlussfolgerungen".

„Jeder solche Knochenfisch ist wegen des von seiner Schwimmblase erzeugten Volumens nur auf eine bestimmte Wasserschicht angewiesen, welche die Ebene minimaler Anstrengungen (plan des moindres efforts Moreaus) zur Behauptung seiner normalen Körperstellung und zur Ausführung von Schwimmbewegungen in horizontaler Richtung darstellt. Diese Wasserebene ist verschieden für die verschiedenen Fische in Zusammenhang mit dem im Inneren ihrer Schwimmblase herschenden Gasdrucke".

„Es gibt aber keinen zwingenden Grund zu der Annahme, dass jeder solche Fisch nur horizontal verschiedene Wasserorte durch seine Schwimmbewegungen wechseln muss. Obwohl dies wahrscheinlich den häufigsten Fall darstellt, so gibt es doch verschiedene Bedingungen in seiner Lebenweise, die ihn zu schrägen oder vertikalen Schwimmbewegungen nach oben oder nach unten veranlassen. Diese Bedingungen werden z. B. im Fall von Verfolgung eines Feindes oder im Fall von Futterfang verwirklicht".

„Die nachweisliche Folge solcher vertikaler Schwimmbewegungen ist, wie leicht verständlich, eine Störung in der hydrostatischen Funktion der Schwimmblase, schwimmt er nach oben,

[1] l. c. p. 76.

so tritt Ausdehnung der Schwimmblase und demzufolge Verminderung des relativen Körperwichtes ein, schwimmt er nach unten, so tritt Verkleinerung der Schwimmblase ein".

„Nach Verschwinden der äusseren Bedingungen (Reizen), die diese vertikalen Ortsveränderungen veranlassten, greift aber der durch die in der Schwimmblase entstehenden adequaten Erregungen ausgelöste Reflexmechanismus ein", meint Baglioni[1], „welcher den Fisch zu geeigneten Schwimmbewegungen nach oben bzw. nach unten zwingt, die ihn zu seiner normalen Wasserebene zurückbringen".

„Nur in dem Falle, dass die genannten äusseren, oder inneren Bedingungen, die diese vertikale Ortsveränderung veranlassen, dauernd (Dauerreize) einwirken, greift der zweite Ausgleichsmechanismus ein, welcher durch Gassekretion bzw. Gasresorption im Inneren der Schwimmblase das Volumen derselben an den neuen äusseren Wasserdruck anpasst. Dieser Mechanismus beansprucht aber im Gegensatz zum ersten eine ziemlich geraume Zeit (24—48 Stunden)".

Neben der hydrostatischen Funktion im Sinne Moreaus demnach „die Schwimmblase durch Verminderung des spezifischen Körpergewichts den Fisch in den Stand setzt, in einer bestimmten Wasserschicht mit geringstem Muskelkraftaufwand seine normale Körperlage zu behaupten und Schwimmbewegungen auszuführen", sollte also nach Baglioni der Schwimmblase „die Bedeutung eines eigenthühmlich spezifischen Sinnesorganes" zugesprochen werden können, „dessen adequate Erregungen zweckmässige reflektorische Schwimmbewegungen auslösen"[1].

Aus allem diesen ergeht nun, dass ein Fisch, der sich aus dem Niveau des kleinsten Kräfteaufwandes entfernt, wenigstens so lange, bis sein der Dichte = 1 entsperechendes Volumen, durch Sekretion bzw. Resorption der Schwimblasengase, wieder hergestellt worden ist, ausschliesslich auf geeignete Schwimmbewegungen hingewiesen ist, wenn er einem weiteren Steigen oder Sinken entgehen soll[2]. Weiter ergeht aus den Versuchen der genannten Auktoren, dass es einem mit einer Schwimmblase versehenen Fische nicht möglich ist, die Folgen der, aus einem veränderten

[1] l. c. p. 80.

[2] Ich spreche ausschliesslich von Physoclisten.

Drucke hervorgegangenen Volumänderung, oder richtiger jede hieraus resultierende, auftreibende oder senkende Kraft weder durch geeignete Schwimmbewegungen noch Muskelkontraktionen zu paralysieren. Ein Umstand, der ja aus dem bekannten Verhalten hervorgeht, wo Fische, die aus grossen Tiefen gefangen werden, hilflos an der Oberfläche liegen bleiben. Folglich kann der Besitz einer Schwimmblase nicht nur die freie Beweglichkeit des Fisches beträchtlich einschränken, sondern kann, wie schon Moreau hervorgehoben hat, ihrem Besitzer unter Umständen sogar direkt verhängnisvoll werden, nämlich dann, wenn er über jene Grenzen hinaus gerät, binnen welcher er die auftreibenden bzw. senkenden Kräfte durch geeignete Schwimmbewegungen noch zu überwältigen im Stande ist. Ausserdem ist zu bemerken, dass auch die Schwimmblase selbst nicht jede Steigerung des inneren Druckes zu widerstehen vermag, sondern wenn diese über ein gewisses Mass gesteigert wird, bersten muss, also eine Eventualität in der ja ebenso eine Gefahr für den Besitzer einer Schwimmblase zu erkennen ist.

Schliesslich ergeht aus den Versuchen von Moreau, Hüfner, Bohr und Baglioni, dass geraume Zeit (24 Stunden und mehr) verfliessen muss, ehe ein Fisch, dessen Schwimmblasenvolumen vergrössert oder verkleinert worden war, das ursprüngliche Volumen durch Resorption bzw. Sekretion von Gas wiederherstellen kann.

Überlegen wir nun die Folgen einer aufsteigenden Bewegung für einen Fisch mit geschlossener Schwimmblase mit Rücksicht auf die Schwimmblasenwandung, kommen wir zu folgenden Schlussfolgerungen: (1) dass beim Steigen des Fisches von einem Niveau aus, wo das Schwimmblasenvolumen so angepasst ist, dass die Dichte des Fisches = 1 war, schliesslich ein Stadium erreicht wird, wo die äusserste Dehnbarkeit der Schwimmblasenwandung erreicht wird; (2) dass die Schwimmblase, jenes in diesem Niveau erreichte Volumen, auch beim fortgesetzten Steigen so lange beibehalten wird, bis ein drittes Niveau erreicht worden ist, wo die Blasenwandung den binnen dem Organe herschenden Überdruck nicht mehr zu widerstehen vermag, sondern bersten muss; (3) dass auch der Fall denkbar ist, dass die eine oder andere Schwimmblasenform mit einer so widerstandsfähigen Wandung

versehen ist, dass sie nicht auf jede Drucksteigerung mit einer Volumenvergrösserung antwortet, sondern ihr normales Volumen bis zu einer bestimmten Steigerung des inneren Druckes beizubehalten vermag; (4) dass ein Fisch welcher eine bestimmte Strecke steigt, eine Verhältnismässig grössere Volumsausdehnung erleiden wird, wenn dieses Steigen in höheren Wasserschichten vollzogen wird, als wenn der Fisch in grösseren Tiefen dieselbe Strecke steigt und vor dem Steigen ein Volumen das der Dichte = 1 dess Fischkörpers entspricht, besessen hat [1]; (5) dass dieses nur für den Fall gilt, wo das Volumen der Schwimmblase sich dem auf den Fisch lastenden Drucke ungehindert anpassen kann; (6) dass dagegen im inneren einer Schwimmblase, die sich n i c h t frei ausdehnen kann, derselbe Überdruck herschen wird, einerlei ob der Fisch in oberflächlichen oder tiefen Wasserschichten dieselbe Strecke gestiegen ist.

Nennen wir nun das Niveau des kleinsten Kraftaufwandes A, dasjenige Niveau, wo beim Steigen des Fisches die Dehnbarkeit seiner Blasenwandung ad maximum ausgenutzt ist B, und dasjenige Niveau, wo die Elemente der Blasenwandung eben noch zusammen halten C, so folgt aus dem hier oben Gesagtem, dass das Schwimmblasenvolumen, und somit auch das Volumen des Fisches, beim Steigen desselben von A nach B um ein gewisses Mass vergrössert werden muss, während dieses neue Volumen beim fortgesetzten Steigen von B nach C konstant verbleibt. War dann jene Volumvergrösserung nicht grösser, als dass der Fisch die hieraus resultierenden Beschwerden widerstehen kann, so wird er auch von B nach C ohne weitere Gefahr steigen können. Sofort aber das Niveau C überschritten wird, muss die Wandung der Schwimmblase gesprengt werden.

Eine stärker gebaute Blasenwandung wird aber einem grösseren Überdrucke Widerstand leisten können, als eine schwächere. Dieser Überdruck wiederum ist von der Länge jener Strecke abhängig, welche der Fisch beim Steigen in vertikaler Richtung zurückgelagt hat. Folglich kann sich der Fisch ohne Gefahr vom Niveau A desto weiter entfernen, je stärker die Blasenwandung ist, d. h. je höher der binnen der Schwimmblase herrschende Überdruck ohne Bersten der Blasenwandung gesteigert werden kann.

Auch für den Fall, wo das Schwimmblasenvolumen beim

[1] Gesetz von B o y l e-M a r i o t t e.

Steigen so lange konstant verbleibt, bis der hierbei gesteigerte innere Druck eine Grösse erreicht, welche die Blasenwandung auszudehnen im Stande ist, gilt dasselbe. Denn sofort diese Grenze einmal überschritten ist, kommt der Fisch zunächst in die Lage des ersten und bei fortgesetztem Steigen in jene des zweiten Falles. Aus dieser Überlegung ergeht dann, dass es für die freie Beweglichkeit des Fisches nur von Vorteil sein kann, wenn seine Schwimmblase erstens so beschaffen ist, dass sie nicht auf jede Druckverminderung mit einer entsprechenden Vergrösserung ihres Volumens antwortet, und zweitens wenn die Blasenwandung bzw. die Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle eine so starke ist, dass die Schwimmblase einen möglichst grossen Gasdruck ohne gesprengt zu werden aushalten kann.

Und nun frägt es sich: könnte möglicherweise die bei manchem der untersuchten Arten so besondere Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle dazu dienen, die freie Beweglichkeit dieser Fische in eben angedeuteter Weise zu erhöhen zu helfen?

Wenden wir uns zunächst zu den ungezackten Blasenformen der Gruppe II b, ergibt sich folgendes. Bei *M. byrkelange* sind die Parapophysen verhältnismässig dicke Knochen die mit ihrer breiten Basis dem Wirbelkörper ansitzen. Bei *M. elongata* sind die Parapophysen, so viel ich mich erinnern kann, verhältnismässig schmäler und länger als bei *M. byrkelange;* immerhin stehen sie dicht beisammen. Bei *M. vulgaris* sind nur die vordersten Parapophysen blattförmig, während die hinteren allmählich in die Hakenform übergehen. Und es stehen die Parapophysen weit aus einander. Bei *Br. brosme* stehen die Parapophysen zwar verhältnismässig dichter beisammen als bei den *Molva*-Arten, sind aber dafür bedeutend dünner und auch sonst schwächer gebaut, indem eine dorsale Crista an ihnen kaum zum Vorschein kommt. Bei *Lota vulgaris* schliesslich sind die fast ungeflügelten Parapophysen weit auseinander stehende Knochenspangen, die nur an den Enden abgeplattet sind. Bedenken wir weiter, dass bei sämtlichen vier Arten die Stellung der Parapohysen eine solche ist, dass die an diese Knochen befestigte Schwimmblase eine drehrunde Gestalt annehmen kann, erscheint es ohne weiteres klar, dass beim Ausspannen der Blasenwandung durch den Gasdruck, die Festigkeit dieser Wandung besonders in tangentialer Richtung

auf die Probe gestellt wird. Eine Wandung, die mit Knochen fest verbunden ist, wird sich aber, sollte man glauben, in solcher Richtung weniger ausdehnen können, als eine Blasenwandung, die an die Fascia der Rumpfmuskulatur befestigt ist. Folglich dürften die dicht beisammen stehenden Parapophysen bei *M. byrkelange* und *M. elongata* die Schwimmblase vor übermässiger Ausdehnung besser schützen können, als die weit aus einander stehenden Parapophysen der drei übrigen Arten.

Unter diesen dürften wiederum die verhältnismässig groben Parapophysen bei *M. vulgaris* den bedeutend dünneren, biegsamen Parapophysen bei *Br. brosme* gegenüber als stärker bezeichnet werden können. Während schliesslich die weit aus einander stehenden Parapophysen bei *L. vulgaris* die schwächsten wären.

Werden dann die Parapophysengerüste der vier Gadusarten: *G. pollachius, G. virens, G. merlangus* und *G. poutassou* von gleichem Gesichtspunkte aus mit einander verglichen, sind die mit gut ausgebildeten Cristen versehenen Parapophysen von *G. pollachius* und *G. virens* den überaus feinen Parapophysen von *G. merlangus* gegenüber entschieden als stärker zu bezeichnen. Legen wir dagegen mehr Gewicht darauf, wie dicht die Parapophysen dieser Arten beisammen stehen, müsste das Parapophysengerüst von *G. merlangus* den Gerüsten von *G. pollachius* und *G. virens* gegenüber als stärkere bezeichnet werden. Immerhin ist aber zu bemerken, dass wenn auch die Parapophysen der letztgenannten Arten weniger dicht beisammenstehen, dieses Verhalten zum Teil durch die flügelartigen Fortsätze der Wirbel, welche die Lücken zwischen den Parapophysen ausfüllen helfen, aufgehoben wird. Und wo diese Flügel bei *G. pollachius* dann besser ausgebildet sind als bei *G. virens*, und nebenbei die Parapophysen selbst bei jener Art sowohl länger wie auch sonst stärker sind, als bei dieser, dürfte dass Parapophysengerüst von *G. pollachius* demjenigen von *G. virens* gegenüber als stärker zu bezeichnen sein. Schliesslich dürften die weit auseinanderstehenden, stummelförmigen Parapophysen von *G. poutassou* den Parapophysengerüsten der drei eben besprochenen Arten gegenüber als die schwächsten zu bezeichnen sein. Binnen dieser Gruppe sollten also die Arten nach der Ausbildung des Parapophysengerüstes in folgender Reihenfolge geordnet werden können, nämlich:

G. pollachius,		*G. merlangus,*
G. merlangus,	oder vielleicht	*G. pollachius,*
G. virens,		*G. virens,*
G. poutassou.		*G. poutassou,*

Binnen der Gruppe II b, also die Gruppe der gezackten Schwimmblasen, sollen die Verhältnisse bei *Merluccius vulgaris* zunächst besprochen werden.

Wie wir uns erinnern, ist bei dieser Art das Parapophysengerüst aus 19 Paaren rinnenförmigen Knochen aufgebaut, die mit ihrer ganzen Basis dem Wirbelkörper ansitzen und ausserdem noch mit ihren vorderen, geflügelten Rändern in das Gebiet des voranstehenden Wirbels derart übergreifen, dass nur an den Spitzen schmale Spalten zwischen den Parapophysen frei bleiben. An dieses Gerüst ist dann, wie wir uns ebenfalls erinnern, die Schwimmblase vermittelst spitz-dreieckiger Verdickungen der Blasenwandung derart befestigt, dass die Spalten zwischen den Parapophysen von diesem festen Bindegewebe überbrückt werden. Auf solche Weise kommt eine besonders starke Befestigung der Schwimmblase an das Parapophysengerüst zu Stande, welche Befestigung dadurch noch erhöht wird, dass bei den rinnenförmigen Parapophysen die freie ventrale Zackenwandung möglichst klein ist, und ausserdem noch von den Muskeln, welche die Parapophysenrinnen überbrücken, geschützt wird. Ausserdem bilden die Parapophysen bei *Merluccius vulgaris* einen besonders grossen Winkel querüber den Wirbelkörper. Beim Ausspannen der ventralen Blasenwandung werden also diese Knochen, ähnlich wie die Pappzacken im Condomversuche (Vergl. S. 57.), als eine Art Strebepfeiler wirken und die freie Blasenwandung vor übermässiger Ausdehnung schützen helfen. Schliesslich wird durch die rinnenförmige Gestalt der Parapophysen teils eine geringe Federung derselben, teils eine Vergrösserung des Blasenlumens bei möglichst kleiner freien Oberfläche der Blasenwandung erreicht.

Wieder anders sind die Verhältnisse bei *G. aeglefinus* und *G. callarias.* Denn wenn auch die seitlichen Zacken, in ähnlicher Weise wie bei *Merluccius,* das Volumen der Schwimmblase, bei tunlichst kleiner Angriffsfläche für den Gasdruck, vergrössern helfen, besteht doch immerhin der Unterschied, dass diese Zacken

hier weniger gut geschützt erscheinen als dort. Ausserdem sind die Parapophysen bei *G. aeglefinus* besonders lang und dünn und daher leicht federnd. Statt dessen treten aber bei den Schwimmblasen von sowohl *G. aeglefinus* wie *G. callarias* in das Blasenlumen hineinragende Doppelfalten oder Septen auf, welche als Hindernisse für eine übermässig grosse Ausdehnung des Organes offenbar guten Dienst leisten. Sucht man nämlich durch Einführen eines Fingers in die querdurchschnittene, aber sonst noch mit dem Parapophysengerüste verbundene Schwimmblase dieser Arten die ventrale Blasenwandung auszudehnen, wird dieses nur median im geringen Masse gelingen. Während die seitliche Blasenwandung, grade Dank dem Widerstande, den die in Frage stehenden Septen leisten, sich auf solche Weise nicht verrücken lässt. Ausserdem legen sich die Wände der Septen — und dieses gilt ganz besonders diejenigen der seitlichen Ausbuchtungen — bei einer Ausdehnung der Schwimmblase an einander, wodurch die Freie, dem Gasdrucke ausgesetzte Fläche um ein weiteres Mass vermindert wird.

Alles in allem sind also auch die bei *G. aeglefinus* und *G callarias* auftretenden Verhältnisse als Anordnungen zu deuten, welche geeignet sind die Schwimmblase vor übermässiger Ausdehnung zu schützen zu helfen. Soll dann ein Unterschied gemacht werden zwischen den Stärkeverhältnissen dieser beiden Formen, müssen wohl die verhältnismässig dicken, mit einer wohl ausgebildeten Crista versehenen Parapophysen bei *G. callarias* den dünnen Parapophysen von *G. aeglefinus* gegenüber als stärker bezeichnet werden. Es ist aber auch möglich, dass die leichte Federung der Parapophysen von *G. aeglefinus* in so fern einen Vorteil bietet, dass dadurch eine veränderte Blasengestalt, beim Nachlassen des Druckes, wieder rasch hergestellt werden kann.

Auch bei *G. navaga* könnte der Zweck der, von den pantoffelförmigen Parapophysen umfassten Schwimmblasenzacken, wenigstens mit gutem Willen, in ähnlicher Weise gedeutet werden, wie z. B. die Zacken der *Merluccius*-Schwimmblase. Es sollten demnach die Parapohpysen zunächst zu Rinnen umgebildet worden sein — ähnlich wie es dieses an den hintersten Parapophysen von *G. aeglefinus* tatsächlich zutrifft — welche Rinnen dann durch Verwachsen ihrer Ränder zu den "Pantoffeln" umgewandelt worden sind. Ja es könnten sogar jene Gebilde, mitsamt den Parapophysen,

in der in Frage stehenden Hinsicht als noch zweckmässiger bezeichnet werden, wenn wir darauf Gewicht legen, dass eine Ausdehnung der ringsum von Knochen umfassten Zacken ja hier gänzlich ausgeschlossen ist. Andererseits ist aber bei *G. navaga* die Blasenwandung selbst so dünn, dass es höchst fraglich erscheint, ob ihrerseits einem grösseren Drucke Widerstand geleistet werden könnte, unter welchen Umständen eine besondere Anordnung zum Schutze der seitlichen Zacken ja höchst ungegründet erscheint. Wie es auch hiermit sein möge, so erscheint jedenfalls das Parapophysengerüst bei *G. navaga* bei weitem nicht so stark gebaut wie dasjenige von *Merluccius vulgaris*.

Bei *G. saida* fällt es sich aus dem Grunde schwer die seitlichen Zacken aus einem Bedürfnis einer besonders starken Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle zu erklären, dass immer daran gezweifelt werden kann, ob an dieser kleinen Schwimmblase überhaupt solche Spannungen auftreten können, dass eine besonders starke Befestigung des Organes zu seiner Sicherung nötig sei. Immerhin bleibt uns aber die Erklärungsweise übrig, dass wir es hier möglicher weise mit einem Fortbestehen von Verhältnissen, deren ursprünglicher Zweck nicht mehr besteht, zu tun haben.

Und schliesslich dürfte auch von den seitlichen Ausbuchtungen des hinteren Blasenabschnittes der Schwimmblase bei *Halargyreus affinis* behauptet werden können, dass diese Gebilde, wenigstens nicht in erster Hand dem Zwecke dienten, die Schwimmblase vor übermässiger Ausdehnung zu schützen. Indem nämlich die Befestigung der Schwimmblase an die Parapophysen eine solche ist, dass seitens dieser Knochen kein besonderer Schutz für die Schwimmblase gewehrleistet werden dürfte. Und wenn auch eine solche Deutung noch zulässig wäre, dass einerseits jene ligamentösen Bänder, vermittelst welcher die dorsale Blasenwandung im Winkel zwischen den Parapophysen an die Wirbelsäule befestigt ist, anderseits die in das Blasenlumen hineinragenden Septen zwischen den seitlichen Ausbuchtungen der Schwimmblase dazu beitrügen, eine übermässige Ausdehnung des Organes zu verhindern, kann es sich jedoch bei der überaus dünnen Wandung der Schwimmblase dieser Art kaum um Spannungen besonderer Grösse handeln.

Fassen wir nun das hier oben geäusserte kurz zusammen, ergibt sich folgendes: Unter den Arten, die ungezackte Schwimmblasen besitzen, haben *M. vulgaris, M. byrkelange, M. elongata, Lota vulgaris, Br. brosme, G. pollachius, G. virens* und *G. merlangus* teils besonders stark ausgebildete Parapophysengerüste aufzuweisen, teils ist die Befestigung des Organes an diese Gerüste eine so besonders starke, dass wir nicht umhin können, in diesen Merkmalen Anordnungen zu erkennen, welche dazu dienten die Schwimmblase vor übermässiger Ausdehnung tunlichst zu schützen.

Noch deutlicher tritt ein solches Prinzip bei denjenigen Arten zu Tage, deren Schwimmblase teils mit seitlichen Zacken, teils mit in das Lumen hineinragenden Septen ausgerüstet ist *(G. callarias* und *G. aeglefinus),* oder wo das Parapophysengerüst besonders stark gebaut erscheint *(Merluccius vulgaris).* Und wenn dann auch unter den übrigen gezackten Schwimmblasenformen sich solche finden, von deren diesbezüglichen Anordnungen wir kaum behaupten können, dass sie in erster Hand dem in Frage stehenden Zwecke dienten, besteht doch immerhin die Tatsache, dass es nicht das Prinzip ist, nach dem diese Anordnungen gebaut sind, welches der hieroben ausgesprochenen Deutung widerspricht, sondern dass es dieses solche Umstände sind, wie z. B. die überaus dünne Wandung der Schwimmblasen von *G. navaga* und *Halargyreus affinis,* welche zu der Schlussfolgerung leiten, dass die in Frage stehenden Anordnungen ihren Besitzern hinsichtlich des Schutzes der Schwimmblase nur von geringem Nutzen sein können. Folglich dürfte die hieroben aufgestellte Frage, ob es möglich sei eine besonders starke Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle aus einem Bedürfnis abzuleiten die Schwimmblase vor übermässiger Ausdehnung zu schützen, um damit eine freiere Beweglichkeit der Fische zu erzielen, meiner Meinung nach wenigstens für gewisse Arten mit einem Ja beantwortet werden können.

Wollen wir aber diese Frage auch dermassen genau beantworten, dass wir behaupten könnten, es seien diese oder jene Anordnungen so oder so stark, lassen uns unsere diesbezügliche Kenntnisse in so fern im Stich, dass es uns z. Z. unmöglich ist, weder die Festigkeit der Blasenwandungen noch die Grösse jenes

Druckes, den die verschiedenen hier oben beschriebenen Anordnungen in zweckmässiger Weise widerstehen könnten, zahlengemäss auch nur annähernd richtig festzustellen. Nur schätzungsweise können wir einen Versuch wagen, die in Frage stehenden Arten nach der „Stärke" der Befestigung des Organes an das Parapophysengerüst zu ordnen, und zwar wie folgt:

1. Merluccius vulgaris	*1. Molva byrkelange*	*1. G. pollachius*
2. G. callarias	*2. » elongata*	*2. G. merlangus*
3. G. aeglefinus	*3. » vulgaris*	*3. G. virens*
4. G. saida	*4. Brosmius brosme*	*4. G. poutassou*
5. G. navaga	*5. Lota vulgaris*	
6. Halargyerus affinis.		

Ausserdem versteht es sich von selbst, dass eine noch so starke Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle seinem Besitzer in der in Frage stehenden Hinsicht nur dann nützen wird, wenn auch der ventralen Blasenwandung eine Festigkeit zukommt, die einer solchen starken Befestigung des Organes entspricht. Und nun frägt es sich, ob dann ein besonderes Verhältnis zwischen der Festigkeit der Blasenwandung und der Stärke der Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle auch tatsächlich nachgewiesen werden kann?

Überblicken wir, Zwecks Beantwortung dieser Frage, die verschiedenen Schwimmblasenformen der Reihe nach, kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die dickwandigen Schwimmblasen erwachsener Individuen z. B. der drei *Molva*-Arten, der grossen *Gadus*-Arten u. s. w. den dünnwandigen Schwimmblasen jener, auch im erwachsenen Zustande kleinen Gadidenarten z. B. *G. Esmarkii, G. minutus, Gadiculus argenteus, Halargyreus affinis,* u. s. w. sowie auch denjenigen sämtlicher untersuchten *Macruriden,* beim Widerstehen eines überaus grossen, inneren Druckes überlegen sein werden. Andererseits aber ist es offenbar, dass die Blasenwandung bei ungleich grossen Individuen einer und derselben Art, sicher nicht in gleicher Dicke auftritt. Weiter ist es offenbar, dass junge oder richtiger kleine Individuen der "grossen" Arten ebenso dünnwandige Schwimmblasen besitzen können, wie gleich grosse Inidviduen der "kleinen" Arten. Drittens ist zu bemerken, dass die Festigkeit der Blasenwandung ja nicht

ausschliesslich von deren Dicke abzuhängen braucht, sondern dass hierbei auch die Beschaffenheit des Materiales eine Rolle spielen kann. Folglich können nicht einmal g l e i c h dicke Blasenwandungen ohne weiteres mit einander verglichen werden, wenn diese Wandungen von Fischen verschiedener Art enstammen. Ja, es ist sogar möglich, dass an gleich dicken Blasenwandungen, die verschiedenen Individuen d e r s e l b e n Art entnommen worden sind, eine verschiedene Festigkeit zu Tage treten kann. Streng genommen kann also die Frage nach der Festigkeit der Blasenwandung, sowohl bei verschiedenen Arten überhaupt, wie bei verschieden oder gleich grossen Individuen einer und derselben Art, nur durch hierzu geeignete Messungen und Versuche beantwortet werden. Solche Messungen habe ich aber aus verschiedenen Gründen leider nicht ausführen können. Und es muss somit die endgültige Entscheidung dieser Fragen künftigen Untersuchungen überlassen werden. Immerhin besteht aber die Tatsache dass die Schwimmblasenwandung der s. g. "kleinen" Arten nie in solcher Dicke auftritt, wie die Blasenwandung bei den grossgewachsenen Individuen der "grossen" Arten auftreten kann. Also besteht schon desswegen die grosse Wahrscheinlichkeit, dass wenigstens bei erwachsenen Individuen dieser Arten die Schwimmblase einem grösseren inneren Drucke Widerstand zu leisten im Stande sein wird, als jene, auch bei erwachsenen Individuen der "kleinen" Arten stets dünnvandigen Schwimmblasen. Und wenn dann, so wie es nach dem hier oben hervorgehobenem tatsächlich der Fall zu sein scheint, eine besonders starke Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle, gerade bei den grosswüchsigen Arten zu finden ist, im Gegensatze zu den kleinen Arten, wo die Verbindung zwischen Schwimmblase und Wirbelsäule so gut wie ohne Ausnahme eine überaus lockere ist, so scheint mir dieses Verhalten schon ein Fingerweis zu sein, dass eine gewisse Kausalität zwischen Festigkeit der Blasenwandung und einer besonderen Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle tatsächlich bestehe. Ja, nach alledem, was ich an verschieden dicken Blasenwandungen gesehen habe, meine ich sogar die Beobachtung gemacht zu haben, dass die Dickenverhältnisse der Schwimmblase bei annähernd gleich grossen Individuen der in dieser Arbeit zur Untersuchung

herangezogenen "grossen" *Gadiden*-Arten, sich etwa in folgender Reihenfolge ordnen liessen.

1. *Merluccius vulgaris*	1. *M. byrkelange*	1. *G. pollachius*
2. *G. callarias*	2. *M. elongata*	2. *G. merlangus*
3. *G. aeglefinus*	3. *M. vulgaris*	3. *G. virens*
4. *G. saida*	4. *Br. brosme*	4. *G. poutassou*
5. *G. navaga*	5. *L. vulgaris*	

Bedenken wir weiter, dass sowohl eine besonders starke Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle, wie eine besondere Festigkeit der Blasenwandung selbst, nur dort einen Zweck haben können, wo die Schwimmblase gewöhnlichenfalls den Gefahren einer übermässig grossen Ausdehnung ausgesetzt ist, sowie auch, dass eine solche Gefahr vor Allem jene Arten drohen wird, welche die Gewohnheit haben aufsteigende Bewegungen grosser Amplituden binnen so kurzer Zeit auszuführen, dass eine effektive Volumverminderung ihrer Schwimmblase durch Gasresorption während dieser Zeit nicht zu Stande gebracht werden kann, fragt es sich von selbst, ob nicht die obige Meinung von der Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle, sich möglicherweise durch Berücksichtigung der Lebensgewohnheiten der verschiedenen Arten stützen liesse?

Leider ist uns aber von den Lebensgewohnheiten der in vorliegender Arbeit zur Untersuchung herangezogenen Gadiden und Macruriden zur Zeit nur ausserordentlich wenig bekannt. Denn wenn auch unsere Kenntnisse von der Bathymetrischen Verbreitung dieser Arten, zum Teil Dank den Ergebnissen der verschiedenen Tiefsee-Expeditionen, zum Teil Dank den Leistungen der internationalen Meeresforschung, in den letzten Jahrzehnten beträchlich erweitert worden sind; wenn auch, Dank den vorzüglichen Untersuchungen von D a m a s [1] u. a. über die Laichstätten verschiedener nordatlantischer Gadiden, unsere Kenntnisse von der Biologie dieser Fische in diesen Punkten in den letzten Jahren in grossartiger Weise erweitert worden sind; wenn auch aus der modernen Nordsee-Fischereistatistik, welche den Fang der ekonomisch wichtigsten Arten nach ihren Fangstätten

[1] D a m a s, D. D.: Contribution à la Biologie des Gadides. Rapp. et Pr. Vérb. du Cons. Perm. Int. pour l'Explor. de la Mer. Vol. X.

zonenweise ordnet, so manche wichtige Schlüsse über die bathymetrische Verbreitung der verschiedenen Arten zu verschiedenen Zeiten des Jahres, ja gewissermassen sogar über die Abhängigkeit der verschiedenen Arten von ungleich beschaffenem Boden im bestimmten Tiefen gezogen werden können, lassen uns jedoch alle diese Beobachtungen so ziemlich im Stich, wenn wir wissen wollen, wie die Wanderungen der verschiedenen Arten von Stätte zu Stätte vollzogen werden, oder wenn wir nach der Grösse jener Amplituden fragen, welche von den verschiedenen Arten während ihres täglichen Lebens vollzogen werden. Und wollen wir uns trotzdem eine Vorstellung von der Lebensweise schaffen, welche die verschiedenen Arten in solcher Hinsicht führen, sind wir ausschliesslich auf die, in der allgemeinen ichtyologischen Literatur zerstreuten, überaus gelegentlichen Beobachtungen und Notizen hingewiesen.

Am sichersten dürfen wir uns noch über die Lebensweise der Macruriden mit Hinsicht auf ihre, während ihres Lebenslaufes vollzogenen vertikalen Bewegungen aussprechen, und zwar nach der Richtung hin, dass diese Fische als ausgesprochene Bodenformen zu bezeichnen wären. Hierfür spricht nämlich schon ihr bekannter Habitus. Demnächst spricht der Umstand, dass die Macruriden bis weiter nur mit dem Schleppnetze, oder vermittelst auf den Boden ausgelegten Angeln erbeutet worden sind, dafür, dass diese Fische sich stets in unmittelbarer Nähe des Bodens aufhalten.

Auch von den kleinen Tiefseegadiden *Halargyreus affinis* und *Lepidion eques* dürfte, wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit, behauptet werden können, dass sie Formen sind, die ihren Lebenscyklus in unmittelbarer Nähe des Bodens vollziehen, indem auch diese Arten bisweiter nur aus Schleppnetzzügen bekannt sind. Andererseits muss aber zugestanden werden, dass der Habitus dieser Arten auf eine freiere Beweglichkeit hindeutet, als der Habitus der Macruriden.

Ob dann auch *Mora mora* eine ausgesprochene Bodenform sei, ist wenn auch nicht unwahrscheinlich, jedoch immerhin fraglich. Es deutet nämlich ihre Körpergestalt auf einen wenigstens verhältnismässig guten Schwimmer.

Demnächst sind die kleinen Gadiden *Gadiculus argenteus* und

Gadus Esmarkii mit grosser Wahrscheinlichkeit den Bodenformen anzureihen. So erwähnt Collet[1] von jener Art, dass sie sich in den Norwegischen Fjorden nur mit dem Schleppnetze (gelegentlich des Garnelen-Fanges) erbeuten lässt. Von *G. Esmarkii* wiederum berichtet derselbe Verfasser, dass die Art gelegentlich auch an Angeln oder in Netzen in Gesellschaft anderer kleiner Fische gefangen wird. Ihre Nahrung besteht — ebenfalls nach Collet — aus kleinen Krustern, die sich auf dem Boden oder in dessen unmittelbarer Nähe aufhalten. Schliesslich sei erwähnt, dass nach Damas[2] "le voisinage immédiat du sol et les couches directement en contact avec lui" der von *G. Esmarkii* bevorzugte Aufenthaltsort sein soll.

Nach Collet[3] dürfte auch *G. minutus* den Bodenbewohnern zuzurechnen sein. Und wo diese Art ausserdem noch ein Fisch der seichten Küstengewässer ist, sind wohl vertikale Bewegungen grösserer Amplitude auch für diese Art ausgeschlossen.

Schliesslich sind unter den in dieser Arbeit berücksichtigen Gadiden noch folgenden Arten als Bodenbewohner zu bezeichnen, nämlich: *Raniceps raninus,* der untiefe Küstengewässer bewohnt und sich nach Collet[4] an *Echinodermen* ernährt, *Lota vulgaris,* ein stäter Bewohner des Bodens der Binnengewässer, und schliesslich die beiden Phycisarten, *Ph. mediterranaeus* und *Ph. blennoides,* von welcher letzteren Art Risso[5] berichtet, dass die Fische in grossen Scharen leben und sich meist in grossen Tiefen mit weichem Boden aufhalten, wo man sie das Jahr um an Leinen fängt.

Von der Lebensweise der beiden *Molva*-Arten *M. byrkelange* und *M. elongata* ist mir nur eine Bemerkung von Damas bekannt, demnach jene Art eine bathypelagische Lebensweise führen soll[6].

Von der Lebensweise von *M. vulgaris* und *Br. brosme* finden

[1] Nyt Mag. for Naturv. B. 23 n:o 7, Christiania 1891, p. 48.
[2] l. c. p. 165.
[3] l. c. p. 44.
[4] l. c. p. 67.
[5] Hist. Nat. de l'Europe Méridionale III, p. 224.
[6] l. c. p. 210.

sich kurze Notizen bei Nilsson[1], Collet[2] und Day[3]. Nach diesen Angaben sollen sich die beiden Arten mit Vorliebe in unmittelbarer Nähe des Bodens aufhalten, wo sie sich von verschiedenen niederen Tieren ernähren. Nebenbei wird aber von *M. vulgaris* berichtet, dass diese Art gelegentlich auch Fischen nachstellt. Also sollten auch diese beiden Arten sich hauptsächlich in der Nähe des Bodens aufhalten.

Hierzu ist aber zu bemerken, dass beide Arten sich mit Vorliebe auf felsigen Boden aufhalten sollen, sowie auch, dass sich ihre Hauptfangstätten an den steilen Abhängen des Continental-Plateaus, sowie auch an den, gegen die grossen Tiefen des Norwegischen Nordmeeres neigenden Hängen der Nordsee zu finden sind. Unter solchen Umständen ist es folglich gar nicht ausgeschlossen, dass die in Frage stehenden Arten, trotzdem sie ein Bodenleben führen, binnen kurzen Zeitfolgen aufsteigende Bewegungen beträchtlicher Amplituden ausführen könnten; beim Schwimmen den steilen Hängen entlang brauchen sie nämlich keine weite Strecken „bergaufwärts" zurückzulegen, um in beträchtlich höhere Wasserschichten zu geraten.

Von der Lebensweise der grossen *Gadus*-Arten *G. callarias, G. aeglefinus, G. merlangus, G. virens* und *G. pollachius* finden sich in der Literatur schon bedeutend sichrere Angaben vor. So geht aus den überaus einstimmigen Angaben von Malm[4], Nilsson[5], Holt und Calderwood[6], Day[7], Johs. Schmidt[8] und Damas hervor, dass, wenn auch *G. callarias* sich mit Vorliebe in der Nähe des Bodens aufhält, diese Art gelegentlich aber im Stande ist im freien Wasser ausgedehnte Wanderungen auszuführen. So soll *G. callarias*, der auf den Küstenbänken von Gross-Britannien bis zum Nord Cap hinauf laicht, im Sommer, also nach der Laichperiode, sowohl im Berendsmeere wie im Weissen Meere

[1] Skandin. Fauna, Fiskarne, p. 575.

[2] Nyt Mag. for Naturv. 1888, p. 64.

[3] Fishes of Great Britain and Ireland p. 306.

[4] Göteborgs och Bohusläns Fauna, p. 480.

[5] l. c. p. 537.

[6] l. c. p. 429.

[7] l. c. p. 278.

[8] Schmidt, Johs.: The Distribution of the pelagic fry an the spawing Regions of the Gadoids etc. Conc. Int. de l'Expl. de la Mer. Rapp. et Proc. vérb. X. 4.

vorkommen. Ausserdem ist die Art nach Damas[1] vom norwegischen Fischereidampfer Michael Sars "à l'état pélagique dans les couches superficielles audessus des grandes profondeurs de la Mer Norwègienne jusque à une distance d'au moins 200 milles marins de la côte plus prochain" gefangen worden.

G. aeglefinus wiederum dürfte nach einstimmigen Angaben von Malm[2], Hjort[3] u. A. sich mit noch grösserer Vorliebe als *G. callarias* in der Nähe des Bodens aufhalten, wo diese Art sich vorzugsweise von niederen Bodentieren ernährt. Dass aber auch diese Art keineswegs stationär ist, sondern gelegentlich weit ausgedehnte Wanderungen unternimmt, dürfte aus folgender Mitteilung von Damas[4] ergehen: "Bien que l'églefin ne ce reproduise certainement pas d'une manière intensive au delà du banc Romsdal au printemps, l'adulte fait l'objet d'une pêche extrèmement active en été et à l'automne dans le nord de la Norwège, dans le Finnmarken et jusque dans la Mer blanche. Au cours des essais norvégiens de pêche pratique dans la Mer de Barentz il a été constaté que l'églefin s'y rencontre en abondance en été à l'état pélagique c. a. d. loin du fond et certainement en migration rapide".

Über die Lebensweise von *G. virens* finden sich Bemerkungen bei Smitt und Ekström[5], G. O. Sars[6], Malm[7], Hjort[8], Day[9] und Damas[10]. Sämtliche diese Auktoren bezeichnen den Köhler als einen Fisch, der während seines täglichen Lebens hauptsächlich oberflächliche Wasserschichte bewohnt und dort seiner Beute, die aus Heringen und andere pelagischen Fischen besteht, nachstellt. Dass *G. virens* unter Umständen aber auch tiefere Wasserschichten aufsucht ergeht daraus, dass die Art nach Damas[10] ihr Laichgeschäft in Tiefen

[1] Contr. à la Biologie des Gadides, p. 225.
[2] l. c. p. 481.
[3] Fiskeri og Hvalfangst i det Nordlige Norge.
[4] l. c. p. 225.
[5] Skandinaviens Fiskar, I, s. 503.
[6] Sars, G. O. Indberetning för 1866—67.
[7] Bohusläns Fauna, s. 488.
[8] Fiskeri og Hvalfangst i det Nordlige Norge.
[9] Fishes of Great Britain and Ireland, p. 295.
[10] Contr. à la Biologie des Gadides.

zwischen 100—200 m. ausführt, wobei Tiefen von 200 m. bevorzugt werden.

Auch *G. pollachius* soll nach Angaben bei Day[1], Malm[2], Smitt und Ekström[3] oberflächliche Wasserschichten bevorzugen. Es scheint jedoch diese Art keine so ausgesprochene Oberflächenform zu sein wie *G. virens.* So soll sich die Art nach Day[4] auch in Höhlen und Felsenrinnen aufhalten, von wo aus der vorbeischwimmenden Beute nachgestellt wird. Nach Smitt und Ekström[5] sollen im Magen von *G. pollachius* gelegentlich reine Bodenformen, wie *Idothea entomon, Gammarus locusta* u. a. gefunden worden sein. Nach diesem zu urteilen, scheint die Art gelegentlich auch den Boden aufzusuchen. IhrLaichgeschäft vollzieht die Art nach Joh. Schmidt[6] stets im seichteren Wasser als 200 m. Schliesslich sei von *G. virens* und *G. pollachius* bemerkt, dass sowohl die Färbung des Körpers wie die Stellung des Mundes auf eine pelagische Lebensweise deuten.

Über die Lebensweise von *G. merlangus* finden sich in der ichtyologischen Literatur nur spärliche Angaben. Nach der Nahrung zu urteilen, die meist aus kleineren Fischen, Heringen, Sprotten und drgl. besteht, dürfte *G. merlangus* eine Form sein, die vom Boden unabhängig ist; gelegentlich werden aber auch Bodentiere im Magen von *G. merlangus* angetroffen[7]. Die Art hält sich aber nicht in den oberflächlichen Wasserschichten auf. Und wo sie überhaupt verhältnismässig seichte Gewässer bewohnt, ist es wenig wahrscheinlich, dass ausgedehnte vertikale Bewegungen von der Art unternommen werden. Ausserdem sei noch bemerkt, dass *G. merlangus* nur gelegentlich mit dem Schleppnetze gefangen wird, sowie auch dass die Art nach Angaben Day's bei Mondschein in mittlere, Wasserschichten aufsteigen

[1] l. c. p. 297.
[2] l. c. p. 487.
[3] l. c. p. 500.
[4] l. c. p. 297.
[5] l. c. p. 501.
[6] l. c. p. 142.
[7] So fanden sich im Magen desjenigen Individuums, nach dem die Querschnittbilder vorliegender Arbeit dargestellt sind, ausser zwei jungen Heringen, die neben einander lagen und den Magensack bis ins äusserste Ende ausfüllten noch eine Garnele. (Crangon).

soll, um dort ihrer Beute nachzustellen, und schliesslich dass nach D a y eine Beobachtung vorliegt, nach der eine Schaar von diesen Fischen, die sich bei einer Temperatur von 47 ° F. an der Küste aufhielten, sobald die Temperatur in Folge Windwechsels, aber ohne dass die See desto mehr bewegt wurde, auf 44 ° F. hinunterging, sich sofort auf tieferes Wasser zurückzogen [1].

So viel nun nach diesen spärlichen Beobachtungen beurteilt werden kann, dürfte *G. merlangus* als eine Form bezeichnet werden können, die in mässigen Tiefen eine semipelagische Lebensweise führt.

Schliesslich bleibt uns unter den *Gadus*-Arten noch die Lebensweise von *G. poutassou, G. navaga* und *G. saida* zu besprechen übrig.

Von diesen Fischen ist *G. poutassou* die einzige *Gadus*-Art, von der meines Wissens in der ichtyologischen Literatur ausdrücklich bemerkt worden ist, dass sie eine pelagische Lebensweise führe. So hat H o l t [2] diesen Fisch einmal in grosser Schaar über 175 Faden Tiefe vier Meilen von Archich-Head an der Oberfläche schwimmend gefunden. Die Fische, die wahrscheinlich von einem grossen Tintenfische gejagt wurden, zeigten keine Merkmale, dass sie aus grosser Tiefe an die Oberfläche gelangt waren, sondern hielten sich offenbar dort auf. Ihr Magen war mit kleinen Krustern, und drgl. gefüllt.

Nebenbei wird von H o l t folgende Bemerkung gemacht "then while as Günther remarks the fish habitually lives in some what deeper water than its congenors, it seems probable, that in its inmature condition it is to a great extent pelagic an migratory" [3]. Auch J o h. S c h m i d t [4] bezeichnet *G. poutassou* als eine wahre atlantische, in hohem Grade pelagische Form. Dieses gehe u. a. aus seinem Mageninhalte hervor, der aus pelagischen Organismen (Copepoden und Schizopoden) besteht. Auch direkt konnte die pelagische Lebensweise konstatiert werden, indem erwachsene Fische über grossen Tiefen (1,000—2,000 m.) im Abstande von 100—200 m. von der Oberfläche gefangen wurden.

[1] D a y: l. c. p. 291.
[2] l. c. p. 485.
[3] l. c. p. 430.
[4] l. c. p. 84.

Nebenbei liegen aber auch Beobachtungen aus den norwegischen Fjorden vor, nach denen *G. poutassou* dort gelegentlich mit Garnelenschleppnetzen gefangen wird; selbst habe ich im Herbste 1909 diese Art aus 200 m. im Radefjord bei Bergen mit dem Garnelenschleppnetze erbeutet. Auch nach Angaben Collets[1], soll die Art sich im Christianiafjord von *Pasiphaë tarda*, also einer Bodenform, ernähren. Auch in Gullmarfjord, an der Westküste Schwedens wird *G. poutassou* gelegentlich beim Garnelenfischen gefangen.

Nach den oben angeführten Beobachtungen sollte also *G. poutassou* auf hoher See eine pelagische Lebensweise führen, in den Fjorden sich aber in unmittelbarer Nähe des Bodens aufhalten. Wo aber nach Untersuchungen von Damas[2] *G. poutassou* zu den wahren atlantischen Formen gehört, deren Hauptlaichstätten in den grossen atlantischen Tiefen gelegen sind, und deren Vorkommen in den Fjorden so zu verstehen sei, dass sie dort atlantisches Wasser von hohem Salzgehalte finden, das ihnen weder in der Nordsee noch an den Küsten Norwegens geboten wird, liegt die Annahme an der Hand, dass ihre benthonische Lebensweise in den Fjorden nur eine Anpassung an andere Verhältnisse sei, indem die Art sich in den Fjorden in unmittelbarer Nähe des Bodens aus dem Grunde aufhält, weil nur dort derselbe hohe Salzgehalt zu finden ist, der im atlantischen Ozean auch in oberflächlichen Schichten vorkommt.

G. poutassou dürfte somit als eine Form bezeichnet werden können, die eine hauptsächlich pelagische Lebensweise führt. Wo aber die Art im offenen Meere aus Tiefen zwischen 0—200 m. tatsächlich erbeutet worden ist, und ausserdem ihr Laichgeschäft in Tiefen von 1,000 m. und mehr vollziehen soll, versteht es sich von selbst, dass vertikale Bewegungen grosser Amplitude bei dieser Art nicht a priori ausgeschlossen sind. Andererseits liegen aber zur Zeit keine Beobachtungen vor, dass von *G. poutassou* überaus rapide, vertikale Bewegungen ausgeführt werden. Ja, es spricht sogar der Umstand, dass die Art nicht Fischen nachstellt, sondern

[1] l. c. p. 46.
[2] l. c. p. 210.

sich auf hoher See von Planktontieren ernährt, für eine Lebensweise, während welcher rasch ausgeführte, aufsteigende Bewegungen nicht unternommen werden sollten, wenigstens nicht rascher als diejenigen, welche vom Plankton gelegentlich ausgeführt werden.

Von der Lebensweise von *G. navaga* ist mir aus der ichtyologischen Literatur nichts bekannt, Nach der Färbung der Art zu urteilen, dürfte *G. navaga* eine Bodenform sein. Auch der Umstand, dass die Schwimmblase, so weit meine Erfahrung reicht [1], nie gesprengt erscheint, spricht für ein Leben in verhältnismässig seichtem Wasser.

Von der Lebensweise von *G. saida* erwähnt S m i t t [2] dass die Art sowohl in bedeutender Tiefe wie in oberflächlichen Wasserschichten vorkommen soll. So wird die Art bei Spitzbergen aus Tiefen von 30—40 Faden mit der Dredge erbeutet. Die Eskimoen (Alaska) fangen den Fisch im Winter aus $3\,^1/_2$ Faden. Er soll nach Fabricius sich in der Dämmerung zur Oberfläche anlocken lassen, wenn man im Wasser pletschert. *G. saida* lebt von kleinen Krebstieren besonders Calaniden. Die Art folge oft dem Treibeise.

Schliesslich sei von der Lebensweise von *Merluccius vulgaris* bemerkt, dass dieser Fisch, unter den in der vorliegenden Arbeit besprochenen Gadiden- und Macruridenarten der einzige ist, von dem meines Wissens in der ichtyologischen Literatur, und zwar bei D a y [3], ausdrücklich hervorgehoben worden ist, dass er sich des Tages meist in der Nähe des Bodens aufhält, Nachts aber in höhere Wasserschichten hinaufsteigt. S m i t t [4] erwähnt dass der Seehecht immer in der Nähe des Bodens geht, ausser wenn er seiner Beute nachstellt. Ausserdem sei bemerkt, dass der Seehecht, welcher nach V a i l l a n t in allen Tiefen zwischen 65—640 m. vor-

---

1 Die Navaga wird alljährlich im Winter in bedeutenden Mengen im gefrorenem Zustande auf dem Fischmarkte in St. Petersburg verkauft. Auch in Viborg (Finnland) und Helsingfors kommt sie auf dem Markte vor, wo ich den Fisch oft zu Gesicht bekommen habe.

2 Skandinaviens Fiskar, p. 486.

3 l. c. p. 301.

4 l. c. p. 518.

kommt, und von der Michael Sars Expedition 1910 [1] aus Tiefen zwischen 10—535 m. erbeutet worden ist, ebenfalls nach Day ein gewaltiger Räuber und besonders grosser Wanderer sein soll. Und unter solchen Umständen liegt wirklich die Annahme nahe an der Hand, dass wir es hier mit einer Form zu tun haben, die während ihres täglichen Lebens ausgedehnte vertikale Bewegungen binnen kurzer Zeitfristen ausführt.

Fassen wir nun das hieroben von der Lebensweise der verstimmtheit behaupten dürfen, dass sie ihr ganzes Leben auf dem Gruppen aufstellen, nämlich:

(1) Diejenigen Arten, von denen wir mit ziemlicher Bestimmtheit behaupten dürfen, dass sie ihr ganzes Leben auf dem Boden oder in dessen unmittelbarer Nähe vollziehen. In diese Gruppe wären dann vor allem die Macruriden unterzubringen und demnächst die kleinen *Gadus*-Arten *G. Esmarkii* und *G. minutus* sowie auch der kleine *Gadiculus argenteus*. Auch *Raniceps raninus* und *Lota vulgaris* dürften ohne weiteres zu den wahren Bodenbewohnern gezählt werden können.

(2) Dieser ersten Gruppe kann dann eine zweite angereiht werden, in welche jene Arten unterzubringen wären, von denen wir wissen, dass sie bisweiter nur mit dem Schleppnetze und folglich auch nur in unmittelbarer Nähe des Bodens erbeutet worden sind, nämlich *Mora mora, Lepidion eques* und *Halargyreus affinis* — oder auch sonst in unmittelbarer Nähe des Bodens gefangen werden — *Phycis blennoides* und *Phycis mediterranaeus* — deren Habitus aber Merkmale aufzuweisen hat, die eine Lebensweise auch in höheren Wasserschichten nicht ausschliessen, ohne dass es, so viel mir bekannt, tatsächlich nachgewiesen worden wäre, dass sie ausgedehnte vertikale Bewegungen ausführten.

(3) Eine dritte Gruppe sollte dann jene Arten umfassen, von denen wir wissen, dass sie, obwohl ihr tägliches Leben hauptsächlich in der Nähe des Bodens verläuft, unter Umständen aber in vom Boden weit entfernten Wasserschichten vorkommen, und ausserdem weit ausgedehnte Wanderungen unternehmen. Solche Arten sind vor allem *G. callarias* und *G. aeglefinus*. Auch *M. byrke-*

[1] Murray and Hjort: Depths of the Ocean, 1912.

lange und *G. merlangus* könnten vielleicht hier untergebracht werden, und zwar jene Art aus dem Grunde, dass sie angeblich eine bathypelagische Lebensweise führt, die letztere wiederum aus dem Grunde, dass sie eine semipelagische Lebensweise in mässigen Tiefen führt.

(4) Eine vierte Gruppe soll jene Arten umfassen, welche sich zwar hauptsächlich in der Nähe des Bodens aufhalten aber hierbei meist so steile Abhänge des Bodens bevorzügen, dass auch aus kürzeren örtlichen Exkursionen beträchtliche Bewegungen in vertikaler Richtung resultieren können. Solche Arten wären *Molva vulgaris* und *Brosmius brosme.* Ob auch *M. elongata* hier unterzubringen sei, ist, wegen Mangels jäglicher Angaben über ihre Lebensweise, zur Zeit nicht zu entschieden möglich. Verläuft aber ihr Leben demjenigen von *M. byrkelange* ähnlich, müsste diese Art in die Gruppe III untergebracht werden.

(5) Die fünfte Gruppe soll dann jene zwei Gadusarten umfassen, von denen wir sicher wissen, dass sie hauptsächlich in oberflächlichen Wasserschichten ihrer Beute nachstellen, und sich nur gelegentlich in tieferen Wasserschichten aufhalten, nämlich *G. virens* und *G. pollachius.* Auch *G. poutassou* soll wegen seiner pelagischen Lebensweise hier untergebracht werden.

(6) Diese Gruppe bildet *Merluccius vulgaris,* also jene Art, von der wir mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten dürfen, dass sie weit ausgedehnte, vertikale Bewegungen binnen kurzen Zeitfristen ausführt.

(7) Schliesslich sollen die beiden Gadusarten *G. navaga* und *G. saida,* von deren Lebensweise wir zur Zeit nichts bestimmtes wissen hier untergebracht werden.

Kehren wir nach diesem weiten Streifzuge in das Gebiet der Biologie der verschiedenen untersuchten Gadiden und Macruridenarten zur Frage nach den Ursachen der so überaus verschiedenartigen Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle zurück, wird sich folgendes ergeben:

Wir finden 1:o, dass jene Anordnungen, die hier oben als die geeignetesten bezeichnet worden sind um die Schwimmblase vor übermässiger Ausdehnung zu schützen — nämlich stark nach aussen gerichtete Parapohpysen, seitliche Zacken und in das Blasenlumen hineinragende Septen sowie auch eine besonders dicke

Blasenwandung — vor allem bei den Arten vorkommen, zu deren Lebensgewohnheiten ausgedehnte, mehr oder minder rapid vollzogene vertikale Bewegungen gehören *(G. callarias, G. aeglefinus* und *Merluccius vulgaris);* 2:o, dass sowohl bei jenen Arten, die sich hauptsächlich in der Nähe des Bodens aufhalten, von dort aus aber gelegentlich aufsteigende Bewegungen ausführen *(M. vulgaris, M. elongata, Br. brosme),* wie bei Arten, die eine pelagische Lebensweise, sei es in grösseren oder mittleren Tiefen *(Molva byrkelange, G. merlangus* und *G. pollachius),* oder auch hauptsächlich in oberflächlichen Wasserschichten führen, die demnächst stärkste Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle zu finden ist; 3:o finden wir bei jenen Arten, die aller Wahrscheinlichkeit nach am Boden oder jedenfalls in dessen unmittelbarer Nähe leben *(Macruriden, Lepidion eques, Halargyreus affinis, Raniceps raninus, Mora mora, Lota vulgaris, Phycis)* oder auch eine ausgesprochene pelagische Lebensweise führen *(Gadus poutassou)* entweder eine lockere oder jedenfalls nur wenig starke Verbindung der Schwimmblase mit dem Parapophysengerüst. Ja wir dürften sogar einen gewissen Unterschied zwischen der Stärke der Parapophysengerüstes bei denjenigen unter 2:o aufgezählten Arten, die in tieferem Wasser leben, und jenen, die sich in mehr oberflächlichen Wasserschichten aufhalten, machen können.

Und wo nun dieser Auseinandersetzung gemäss, teils besondere Befestigungsanordnungen, teils besonders stark ausgebildete Parapophysen sowie auch eine dicke Blasenwandung so gut wie ausnamenlos bei jenen Arten zu finden sind, wo, nach unseren Kenntnissen von der Lebensweise dieser Arten zu urteilen, die Gefahr, dass die Schwimmblase bei aufsteigenden Bewegungen grösserer Amplitude übermässig ausgedehnt oder sogar gesprengt werde, grösser erscheint, als bei jenen Arten, die entweder ganz seichte Gewässer bewohnen, oder sich hauptsächlich in der unmittelbaren Nähe des Bodens aufhalten, sollte, meine ich, ein solche Korrelation zwischen Lebensweise, Bau und Befestigung der Schwimmblase als eine weitere Stütze für die Theorie, dass die verschiedenen Schwimmblasenformen aus verschiedenen Bedürfnissen auf eine ungleich starke Befestigung derselben binnen der Leibeshöhle hervorgegangen seien, angeführt werden können.

Zu alle diesem kann aber erwidert werden, dass es uns z. Z. unmöglich ist die grösse jener Amplituden anzugeben, welche von den verschiedenen Arten während kurzer Zeiten durchlaufen werden, und dass wir folglich auch nichts von der Grösse jenes, in der Schwimmblase waltenden Druckes, dem die Blasenwandung bei diesen Bewegungen ausgesetzt wird, wissen. Zweitens wissen wir davon nichts bestimmtes, ob eine dickwandige Schwimmblase auch auf kleinste Druckverminderungen mit einer Volumsvergrösserung antwortet, oder ob dickwandige Schwimmblasen auch bei einer verhältnismässig grossen Steigerung des inneren Druckes ihr volumen konstant behalten können. Ferner kann bemerkt werden, dass uns bisweiter nichts sicheres von der Grösse jenes Druckes bekannt ist, bei dem der springende Punkt der verschieden dicken Blasenwandungen erreicht wird. Drittens kann entgegnet werden, dass wir nichts von jener Volumvergrösserung wissen, über die hinaus die Schwimmblase der verschiedenen Arten und Individuen nicht erweitert werden darf, wenn der Fisch die, aus einer Vergrösserung seines Schwimmblasenvolumens resultierende, auftreibende Kraft durch geeignete Schwimmbewegungen zu überwältigen im Stande sein soll. Und viertens schliesslich kann behauptet werden, dass uns nichts bestimmtes von der Länge jener Zeit bekannt ist, binnen welcher eine bestimmte Volumvergrösserung der Schwimmblase, durch Resorption der Schwimmblasengase auf das Normalvolumen zurückgebracht werden kann, und dass wir folglich auch nichts bestimmtes darüber sagen können, wie rasch eine aufsteigende Bewegung bestimmter Amplitude vollzogen werden kann, ohne dass, Dank einer gleichzeitig einsetzenden Resorption der Schwimmblasengase, eine Erweiterung der Schwimmblase resultierte. Folglich muss alles, was hieroben von der verschiedenen Stärke der Befestigung der Schwimmblase, von der verschiedenen Dicke der Blasenwandung, von den ungleich weiten vertikalen Exkursionen, welche die verschiedenen Arten unternehmen, sowie auch von der Rapidität, mit welcher diese Bewegungen vollzogen werden, höchst unsicher erscheinen.

Dass diese Bemerkungen richtig sind soll offen zugestanden werden. Wenn wir aber die überaus dünnwandingen, mit den Skeletteilen nur locker verbundenen Schwimmblasen der Mac-

ruriden und der kleinen Gadiden, z. B. *G. Esmarkii, G. minutus* oder *Gadiculus argenteus,* den dickwandingen, an die überaus starken Parapophysengerüste stark befestigten Schwimmblasen der "grossen" Gadidenarten einander gegenüber stellen, kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Blasenwandungen jener Arten keinen so grossen Binnendruck wiederstehen können, wie die Schwimmblasen dieser Arten, bevor sie gesprengt werden. Ebenso dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass die dünnwandingen Schwimmblasen leichter ausgedehnt werden können als die dickwandigen; denn wenn auch die Möglichkeit immerhin vorhanden ist, dass die Wandung einer "dünnen" Schwimmblase, Dank einer besonderen Eigenschaft ihrer Elemente, sich dennoch weniger leicht ausdehnen liesse, als eine dickwandige Schwimmblase, so sind doch die Dickenunterschiede der Blasenwandung binnen beider der in Frage stehenden Gruppen überhaupt so gross, dass man mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten können dürfte, es seien diese Blasenwandungen weniger ausdehnbar als jene.

Weiter darf es, dem hier oben angeführten gemäss, als höchst wahrscheinlich angenommen werden, dass sowohl die Macruriden wie die eben aufgezählten kleinen Gadiden sich hauptsächlich in unmittelbarer Nähe des Bodens aufhalten. Ausserdem ergibt sich aus dem für das Verhalten der Gase geltendem Gesetze von B o y l e-M a r i o t t e, dass die Volumausdehnung der Schwimmblase bei gleicher Verminderung des Druckes eine verhältnismässig viel kleinere ist, wenn ein Fisch in grösseren Tiefen, von dem Niveau der kleinsten Kräfteaufwände aus, eine bestimmten Strecke steigt, als wenn er von einem in oberflächlicheren Wasserschichten gelegenen solchen Niveau aus dieselbe Bewegung vollzieht. So wird, um ein Beispiel zu nennen, die Schwimmblase eines Fisches, der in einer Tiefe von 1,000 m. eine 10 m. weite Strecke steigt, nur mit 1/100 Teil ihres Volumens erweitert werden, während bei einem Fische, der in einer Tiefe von 20 m. eine Strecke von 10 metern steigt, das Blasenvolumen um die $^1/_2$ vergrössert wird [1]. Hieraus ergeht dann, dass die Gefahr einer übermässigen Ausdehnung des Schwimmblasenvolumens in grossen Tiefen eine verhältnismässig viel kleinere ist, als in oberflächlichen Wasserschichten. Oder m. a. W. es erscheint die möglich-

[1] N. b. wenn sich die Schwimmblase frei ausdehnen kann.

keit, dass sich die Schwimmblase der Tiefseefische ohne weiteres nach dem genannten Gasgesetze ausdehnen kann, ohne dass daraus eine besondere Gefahr für ihren Besitzer resultierte, wenn auch nicht bewiesen so jedoch immerhin wahrscheinlich. Kann sich aber die Schwimmblase des Tiefseefisches in dieser Weise frei ausdehnen, ist damit auch das Aufkommen eines besonderen "Überdruckes" in der Schwimmblase ausgeschlossen. Folglich erscheint auch eine besonders dicke Blasenwandung oder eine besondere Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle bei diesen Fischen zwecklos.

Wo aber, dem eben Hervorgehobenen gemäss, die Gefahr einer überaus grossen Ausdehnung der Schwimmblase dann besonders gross ist, wenn ein Fisch in oberflächlichen Wasserschichten von dem Niveaus der kleinsten Kräfteaufwande aus steigt, müssten aber gerade diejenigen Fische, welche seichte Gewässer bewohnen eine besonders "starke" Schwimmblase aufzuweisen haben. Also gerade das Gegenteil, was wir z. B. bei *G. minutus* oder *L. vulgaris* gefunden haben. Hiergegen kann aber entgegnet werden, dass solche Anordnungen nur dann von besonderem Nutzen sein werden, wenn diese Fische tatsächlich die Gewohnheit hätten, binnen kurzer Zeit ausgedehnte aufsteigende Bewegungen auszuführen. Dass dieses der Fall sei, kann aber für diejenigen, seichte Gewässer bewohnenden Fische, welche in dieser Arbeit berücksichtigt worden sind *(G. minutus, G. navaga, Lota vulgaris* und *Raniceps raninus)* nicht behauptet werden. Im Gegentheil spricht vieles dafür, dass solche rapide vollzogene Bewegungen von diesen Arten nicht ausgeführt werden. Folglich können auch diese Arten mit weniger "starken" Schwimmblasen zurecht kommen.

Von den grossen Gadiden dagegen können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit teils annehmen, dass sie vorzügliche Schwimmer sind, teils auch dass sie, während dem sie sich dem Boden entlang bewegen, binnen kurzen Zeiten vertikale Bewegungen ausführen *(Br. brosme, Molva vulgaris).* Ausserdem wissen wir, dass diese Fische aus den verschiedensten Tiefen gefangen werden.

Folglich erscheint es auch sehr wahrscheinlich, dass gerade diese Fische den Gefahren, die aus einer übermässigen Ausdehnung ihrer Schwimmblase resultieren, besonders ausgesetzt sein

werden. Und es dürfte auch gerade bei diesen Arten eine sowohl dickwandige, wie binnen der Leibeshöhle zweckmässig befestigte Schwimmblase von dem grössten Nutzen sein.

Und wenn dann ein Unterschied tatsächlich gemacht werden könnte zwischen der Lebensweise der ausgesprochen pelagischen *G. pollachius*, *G. virens* und *G. poutassou*, der mehr oder weniger ausgesprochen semipelagischen *G. callarias*, *G. aeglefinus*, *G. merlangus*, und dem, allem Anscheine nach, in vertikaler Richtung beweglichen *Merluccius vulgaris*, sind dieses alles Umstände, die dafür sprechen, dass die verschieden starke Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle, die wir hieroben haben unterscheiden wollen, auch aller Wahrscheinlichkeit nach mit besonderen, bei den verschiedenen Arten verschiedenen Bedürfnissen im Einklange ständen. Denn wenn auch der Umstand in Betracht genommen werden würde, dass binnen einer Schwimmblase, die nur wenig ausdehnbar ist, schon nach einer aufsteigenden Bewegung von nicht mehr als 10 m. ein Überdruck von rund einer Atmosphære herrschen wird, während es andererseits höchst unwahrscheinlich erscheint, dass die Schwimmblasenwandung viel grösseren Differenzen zwischen innerem und äusserem Drucke überhaupt wiederstehen könnte, so ist hiermit gar nicht gesagt, dass eine Möglichkeit, welche die Grenzen der freien Beweglichkeit eines Fisches wenn auch nur um eine, einen Bruchteil einer Atmosphære entsprechende Grösse erweitern könnte, nicht dem Besitzer einer in solcher Hinsicht zweckmässig organisierten Schwimmblase von Nutzen sein könnte. Und schliesslich wüsste ich keinen Umstand, der die Richtigkeit einer Annahme ernstlich verrücken könnte, dass die verschiedenartige Befestigung der Schwimmblase bei den verschiedenen Arten aus ihrer Lebensweise abzuleiten sei. Folglich bin ich bereit aus voranstehender Auseinandersetzung folgende Schlüsse zu ziehen:

1) dass eine besondere Dicke der Blasenwandung, sowie auch eine besonders starke Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle überhaupt, aus einem besonderen Bedürfnis einer freieren Beweglichkeit in vertikaler Richtung, abzuleiten sei;

2) dass eine, in solcher Hinsicht zweckmässige Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle eine entsprechend starke Ausbildung der Parapophysen bedingen müsse;

3) dass horizontal gestellte Parapophysen *(G. callarias* und *G. aeglefinus)* sowie besonders rinnenförmige Parapophysen *(Merluccius vulgaris)* hierzu zweckmässig seien;

4) dass die horizontale Stellung der Parapophysen ihrerseits das Aufkommen seitlicher Zacken bedinge, welche Zacken, sowie auch die zwischen ihnen in das Blasenlumen hineinragenden Septa, eine weitere Verstärkung der Befestigung der Schwimmblase mit sich bringe;

5) dass die rinnenförmigen Parapophysen bei *Merluccius vulgaris* ausserdem noch dazu dienten, dass Volumen der Schwimmblase bei möglichst kleiner Fläche der freien Blasenwandung tunlichst zu vergrössern;

6) dass sich bei *G. navaga* weder die seitlichen Zacken noch die pantoffelförmigen Parapophysen ohne weiteres in gewohnter Weise deuten lassen, wenn auch immerhin die Möglichkeit vorhanden ist, dass wir es hier mit einem Fortbestehen von Verhältnissen zu tun haben, deren ursprünglicher Zweck nicht mehr vorhanden ist, oder auch mit der Möglichkeit, dass die ringsum von Knochen umschlossenen, in die Rumpfmuskulatur mehr oder weniger weit hineinragende Schwimmblasenzacken vor allem dem Zwecke dienten die Gleichgewichtserhaltung dess Fisches zu erleichtern;

7) schliesslich, dass, mit der eben genannten Ausnahme, sowohl die verschiedenartige Gestalt der mit der Schwimmblase verbundenen Parapophysengerüste, wie ganz besonders, die im ersten Augenblicke so überaus befremdende Gestalt der gezackten Schwimmblasen überhaupt, somit einfach aus besonderen Anforderungen auf eine freiere Beweglichkeit der verschiedenen Arten und folglich in letzter Hand aus einer Anpassung an besondere Lebensgewohnheiten zu deuten wären.

Dagegen scheint mir die Frage, ob sich eine solche Deutungsweise so in die Einzelheiten durchführen liesse, dass wir behaupten dürften, es hänge die bei den verschiedenen Arten wenigstens dem Anscheine nach verschiedene "Stärke" der Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle von einem, für jeden Falle bestimmt grossen Bedürfnisse auf eine freie Beweglichkeit in vertikaler Richtung ab, durch künftige Untersuchungen bestetigt werden müssen.

Die Gabelung des vorderen Blasenendes.

Eine Gabelung des vorderen Blasenendes kommt bei folgenden Arten vor:

Molva byrkelange,
Molva elongata,
Molva vulgaris,
Lota vulgaris,
Macrurus Fabricii,
Gadus minutus,
Gadus Esmarkii,
Lepidion eques,
Halargyreus affinis,
Mora mora,
Phycis mediterraneaus,
Raniceps raninus.

Und zwar tritt die Gabelung bei den sieben in der linken Kolumne aufgezählten Arten bei einfacher Schwimmblase auf, während bei den fünf Arten rechts die Schwimmblase in hinter einander gelegene Kammern geteilt erscheint.

Besprechen wir zunächst die Verhältnisse binnen jener Gruppe, finden wir, dass mit Ausnahme von *Macrurus Fabricii,* bei welcher Art die Gabeläste vorn frei endigen, diese Gebilde vorn mit der Fascia der Leibeshöhlenwandung verbunden sind. Und zwar liegen die Befestigungspunkte teils seitlich von den vordersten Wirbeln, teils seitlich von der Schädelbasis Zweitens ist zu bemerken, dass die Gabeläste nur bei *Macrurus Fabricii* und *Lota vulgaris* vorn abgerundet erscheinen, während sie bei den übrigen Arten mehr oder weniger spitz sind. Und unter solchen Umständen frägt es sich, ob vielleicht auch die Gabelung des vorderen Blasenendes sich in ähnlicher Weise, wie das Auftreten der seitlichen Zacken, aus der Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle erklären liesse?

Für die drei *Molva*-arten scheint mir diese Frage ohne weiteres mit einem Ja beantwortet werden können. Wir erinnern uns nämlich bei der Beschreibung der Wirbelsäule dieser drei Arten bemerkt zu haben, dass das vorderste Ende der Wirbelsäule keulenförmig verdickt erscheint, und zwar so, dass diese Verdickung sich als ein median in die Leibeshöhle hineinragender, von den Schlundknochenmuskeln ausgekleideter Wulst bemerkbar macht. Wo nun bei diesen drei Arten das vordere Schwimm-

blasenende seitlich von der Wirbelsäule befestigt ist, und zwar in einer Ebene, die weiter dorsalwärts gelegen ist als die ventrale Fläche des Wulstes, scheint mir die Erklärung wahrscheinlich, dass die Gabelung des vorderen Endes dieser drei Schwimmblasenformen einfach darauf beruht, dass das vordere Blasenende erstens wegen Mangels an Raum zwischen Wirbelsäule und Magen in dorsoventraler Richtung abgeplattet erscheint, und zweitens, dass der vordere Blasenrand von der verdickten Wirbelsäule mitsamt den Schlundknochenmuskeln median caudalwärts verschoben ist. Für diese Deutung spricht auch der Umstand, dass die Gabelung des vorderen Blasenendes gerade bei *M. vulgaris,* wo das vordere Ende der Wirbelsäule am stärksten verdickt ist, am tiefsten erscheint, während bei *M. elongata,* wo die Schwimmblase vorn eben nur das verdickte Wirbelsäulenende erreicht, die Gabelung des vorderen Balsenendes eine nur wenig ausgesprochene ist, um schliesslich bei *M. byrkelange,* wo die Verdickung des vorderen Wirbelsäulenendes am wenigsten bemerkbar ist, mehr oder weniger verwischt zu erscheinen.

Auch bei *Macrurus Fabricii* dürfte die Gabelung des vorderen Blasenendes in ähnlicher Weise erklärt werden können, indem ja auch bei dieser Art das vordere Ende der Wirbelsäule ausgesprochen verdickt ist, Bei *G. Esmarkii* und *G. minutus* dagegen steht die Gabelung des vorderen Blasenendes offenbar damit in Zusammenhang, dass die Befestigung der Schwimmblase seitlich von der Schädelbasis erfolgt, während die Schwimmblase median durch die Schlundknochenmuskeln von der Wirbelsäule getrennt wird. Bei *Lota vulgaris* schliesslich sind es die stark entwickelten Schlundknochenmuskeln, welche die Gabelung des vorderen Blasenendes zu bewirken scheinen.

Binnen der Gruppe der gekammerten Schwimmblasen sind nur bei *Raniceps raninus* die Gabeläste frei. Bei dieser Art dürfte die Gabelung des vorderen Blasenendes einfach so zu erklären sein, dass das stark ventralwärts gekrümmte vordere Ende der Wirbelsäule den vorderen Rand der Schwimmblase caudalwärts verschoben hat, eine Auffassung die dadurch nur gestützt wird, dass der von der Wirbelsäule aufgenommene Spalt zwischen den Gabelästen, manchmal von einer Membran überbrückt wird, die nichts anders sein dürfte, als die mit einander verwachsenen dor-

salen und ventralen Blasenwandungen [1]. Bei *Phycis mediterranaeus* ist die Gabelung des vorderen Blasenendes offenbar von der eigenartigen Befestigung des vordersten Blasenabschnittes an Schädel und Wirbelsäule bedingt. Sind doch, wie wir uns erinnern, die Spitzen der Gabeläste dieser Art seitlich an den Schädel befestigt, während die Schwimmblase median mit dem dritten Wirbel verbunden ist. Dasselbe gilt auch für die Gabeläste von *Lepidion eques, Halargyreus affinis* und *Mora mora,* jedoch mit dem Unterschiede, dass bei diesen Arten der vordere Blasenrand, vermittelst den voran beschriebenen ambossartigen Fortsätzen ausserdem noch an die Schädelbasis befestigt ist. Median aber wird die Schwimmblase durch die Schlundknochenmuskeln von der Schädelbasis getrennt, aus welchem Verhalten sich dann die herzförmigen Einschnitte des vorderen Blasenrandes der drei in Frage stehenden Blasenformen einfach erklären lassen.

Warum aber bei den vier eben besprochenen Arten die Schwimmblase derart mit dem Schädel verbunden erscheint, ist eine andere Frage, die weiter unten besprochen werden soll.

Betreffend der Kammerung der Schwimmblasen der in Frage stehenden Arten sei hier erwähnt, dass diese bei *Mora mora* so zu Stande kommt, dass die Schwimmblase im Bereiche der Wirbel 5 und 6 zwischen die stark ventralwärts gerichteten Parapophysen dieser Wirbel eingeklemmt wird. Es könnte also auch die Kammerung dieser Blasenformen einfach aus der Art der Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle erklärt werden. Auch die leierförmige, seitliche Kontur des vorderen Blasenabschnittes ist offenbar nur eine Folge jener Spannungsverhältnisse, die beim Aufblasen eines derart fixierten Sackes aufkommen müssen. Und tatsächlich kann auch die Form der Schwimmblase dieser Arten annähernd übereinstimmend nachgeahmt werden, wenn man das geschlossene Ende eines Gummicondoms an zwei Stellen an eine starre Unterlage fixiert, dann dass Condom eine Strecke weiter mit einem Faden fast ganz zusammenschnürt und schliesslich in das offene Ende des Condomes eine Kanüle einbindet und das ganze aufbläst.

[1] Auch bei *Molva vulgaris* habe ich ein Mal ein ähnliches Verhalten beobachtet. (Taf. VI. Fig. 3.)

Auch bei *Halargyreus affinis* kann die Kammerung der Schwimmblase aus der besonderen Befestigung des Organes an die Wirbelsäule gedeutet werden; ist doch der vordere Blasenabschnitt in gleicher Weise wie es dieses bei *Mora mora* der Fall war an die Wirbelsäule befestigt. Ebenfalls ist es denkbar, dass die Einschnürung der Schwimmblase von *Raniceps raninus* eine Folge der Befestigung des Organes an die Wirbelsäule, vermittelst jener Ligamente, die von der Einschnürung ausgehen und zum Wirbel ziehen, sei.

Bei *Lepidion eques* lässt sich der schmale, die beiden Blasenabschnitte trennende Kanal einfach durch die Stellung der Parapophysen erklären. Dagegen müssen wir uns für das Aufkommen der beiden Ringfurchen der Schwimmblase von *Phycis mediterranaeus* nach einer anderen Erklärungsweise als die gewohnte umsehen, um die Gestalt derselben zu erklären.

Aber wenn auch die oben erwähnte Deutung der gekammerten Schwimmblase noch bei *Mora, Lepidion* und *Halargyreus* richtig sein sollte, so bleibt immerhin noch die Frage zu beantworten übrig, warum die Schwimmblasen dieser Arten denn gerade *so* an die Wirbelsäule befestigt sein sollen.

Zwecks Beantwortung dieser Frage haben wir uns zunächst mit den Prinzipen zu beschäftigen, nach denen die in Frage stehenden Schwimmblasenformen gebaut sind. Mit Ausnahme der Schwimmblasen der beiden *Phycis*-Arten finden wir das Organ bei den übrigen untersuchten Arten einen Doppelsack bilden, dessen beide Abteilungen entweder vermittelst einer engen Öffnung oder auch eines schmalen Kanales mit einander kommunizieren. Ein weiteres Merkmal dieser Blasenformen ist, dass sie, mit Ausnahme der Schwimmblase bei *Raniceps raninus*, vermittelst besonderer Gabeläste mit dem Schädel verbunden sind. Ein drittes Merkmal ist, dass bei *Mora, Halargyreus* und *Lepidion* die Schwimmblase in Verbindung mit dem Schädelinneren (Labyrintregion?) tritt. Viertens schliesslich ist zu bemerken, dass sowohl bei *Raniceps* wie ganz besonders bei *Phycis mediterranaeus* die Einschnürungen der Schwimmblase diaphragmaartig in das Blasenlumen hinein ragen.

Einer Schwimmblase gegenübergestellt, die in zwei hinter einander gelegene, nur mit einer engen Passage kommunizie-

rende Kammer geteilt ist, denkt man zunächst an die alte Theorie Johannes Müllers[1], welche den Cypriniden und Characiniden das Vermögen zuschreibt, den Schwerpunkt ihres Körpers längs der Längsachse verschieben zu können, und zwar so, dass das Schwimmblasengas vermittelst geeigneter Kontraktionen der Rumpfmuskulatur aus der einen Kammer in die andere getrieben werden könnten. Ganz besonders fällt einem die Theorie in den Sinn, wenn man bedenkt, dass bei *Mora mora* der grösste Teil des hinteren Blasenabschnittes von den *Mm. obl. superiores* umfasst wird. Auch die Muskelanordnung an der Schwimmblase von *Raniceps* könnte, sollte man meinen, indirekt eine Kompression des vorderen Blasenabschnittes zu Stande bringen, wenn bei einer Kontraktion dieser Muskeln der Oesophagus gegen die ventrale Blasenwandung gepresst werden würde. Hierzu ist aber zu bemerken, dass die Theorie Johannes Müllers schon im Jahre 1887 von Charbonelle-Salle[1] experimentell widerlegt worden ist, indem dieser Forscher gezeigt hat, dass wenn beide Abteilungen der Cypriniden-Schwimmblase mit je einer Marey'schen Kapsel verbunden werden, keine Spur von Druckdifferenzen zwischen den beiden Kammern aufkommen, wie der Fisch sich auch während des Versuches bewegt.

Nach Charbonne-Salle haben Bridge und Haddon[2] die Theorie Johannes Müllers in ihrer grossen Arbeit über die Schwimmblase der Siluroiden diskutiert. Nach einer langen Motivierung kommen diese Forscher zu der Schlussfolgerung, dass es sich noch bei *Pimelodus* denken liesse, dass die Kontraktion eines besonderen Muskels dieser Schwimmblase einen Teil der Schwimmblasengase durch den Ductus pneumaticus hinauspressen könnte, dass aber die Theorie von einer Verschiebung der Schwimmblasengase aus der einen in die andere Kammer im übrigen abzulehnen sei.

Hierzu kann aber immer bemerkt werden, dass was für die

[1] Müller, Johannes: Die Eingeweide der Fische Abhandl. Akad. Berlin 1843. (1846).

[2] Charbonelle-Salle: Sur les fonctions hydrostatique de la vessie natatoire, Comptes Rendus, vol. 104, 1887, p. 1330.

[3] Bridge, T. W. and Haddon, A. C.: Contribution to the Anatomy of fishes. The air bladder and Weberian ossicles in the Siluroid fishes. Trans. of the Royal Soc., Vol. 184.

Cypriniden und Siluroiden gültig sein kann, keineswegs die geschlossenen Schwimmblasen bei *Mora, Halargyreus, Lepidion* oder *Raniceps* zu gelten braucht. Dass dieses dann tatsächlich der Fall sei, kann aber z. Z. nicht bewiesen werden. Und wo ausserdem noch, und so weit Versuche bis jetzt angestellt worden sind, das Schwimmblasenvolumen überhaupt nicht durch Muskelkontraktionen beeinflusst werden dürfte, scheint es mir z. Z. angemessen, von einer solchen Deutung der in Frage stehenden, gekammerten Schwimmblasen abzusehen.

Nach einer von H a s s e [1] im Jahre 1873 aufgestellten Theorie soll der s. g. Webersche Apparat, welcher ja bekanntlich die stets gekammerten Schwimmblasen der vier Ostariophysen Familien *(Characinidae, Cyprinidae, Siluridae* und *Cobitidae)* auszeichnet, dazu dienen, den in der Schwimmblase waltenden Druck zu registrieren. Auch diese Theorie ist von B r i d g e und H a d d o n [2] in eingehender Weise diskutiert worden und zwar mit folgendem Resultate.

"Considered solely from an anatomical standpoint, and with the qualification, which the absence of direct experimental evidence imperatively demands, it may be affirmed that H a s s e s theory is correct, and that the Weberian mechanism is a pressure register serving to acquint the fish with the varying tensions or volumes of the gases contained within its air-bladder, the result of corresponding variations of the hydrostatic pressure. As it is inconceivable that such pressure variations can arise from any other cause than the ascent or descent of the fish in the water in the course of the ordinary locomotor movement, it may be further concluded, that the Weberian mechanism is related to some form of pressure adjustment".

D. h. es sollte der Webersche Apparat den binnen der Schwimmblase obwaltenden Druck perzipieren helfen, damit geeignete Massnahmen zur Regelung dieses Druckes, z. B. Entlassen von Gas durch den Ductus pneumaticus, vom Fische genommen werden könnten, wobei eine gekammerte Schwimmblase,

[1] H a s s e, C.: Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. Anatomischen Studien. Vol. I, 1873, p. 583.

[2] l. c. p. 284.

deren Blasenwandung in den verschiedenen Abteilungen eine verschiedene Elasticität besitz, besonders guten Dienst leisten sollte.

Baglioni[1] wiederum denkt sich die Funktion einer gekammerten Schwimmblase in folgender Weise:

"An einen *Hippocampus,* dessen Schwimmblase aus zwei Teilen besteht: einen Kopfteil, der, weit und eirund mit einer verhältnismässig dicken, elastischen und silberglänzenden Wand versehen ist, und einen mit diesem durch ein enges Loch kommunizierenden Schwanzteil, länger und schmäler als der erste, mit einer dünneren Wand, und der lebend in eine Druckflasche gebracht wurde konnte folgendes beobachtet werden. Es wird der Fisch bei Druckverminderung nach oben gezogen, aber merkwürdigerweise nicht in seiner gewohnte Schwimmstellung mit dem Kopfe voran, sondern vielmehr mit dem Hinterende seines Körpers". An einer vom übrigen Körper getrennten, aber mit der Wirbelsäule noch verbundenen Schwimmblase dieses Fisches konnte dann konstatiert werden, dass während am Anfange des Versuches der vordere Teil der Schwimmblase den Aufhängepunkt des ganzen Systemes darstellte, mit der Druckverminderung allmählich sich der untere Teil ausdehnte, bis schliesslich dieser oberhalb des ersten kam und das Stück eine wagerechte bis eine schräg nach unten gerichtete Lage einnahm. Und wo Baglioni dann die Beobachtung gemacht haben will, dass ein Fisch, dessen Schwimmblasenvolumen allzu weit ausgedehnt worden ist, auf den hieraus resultierenden Auftrieb mit koordinierten Schwimmbewegungen antwortet, welche den Zweck haben, ihn in Wasserschichten zurückszuführen, wo ein grösserer Druck herrscht, spricht Baglioni der Schwimmblase von *Hippocampus* die wichtige Bedeutung zu für das Tier nützliche Bewegungen zu unterstützen.

Solange keine anderen Fische mit gekammerten Schwimmblasen ähnlichen Versuchen unterworfen worden sind, bin ich meinerseits aber noch nicht bereit die eben angeführte Meinung Baglionis ohne weiteres auf jede doppelt gekammerte Schwimmblasenform zu beziehen, also auch nicht auf die nun

[1] Baglioni, S.: Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. Zeitschr. f. Allg. Physiol. VIII, S. 54, u. f.

in Frage stehenden Formen, wenn ich auch zugestehen muss, dass mir die Deutung Baglionis nicht unplausibel erscheint. Dagegen scheint mir die Theorie von Hasse, so wie sie von Bridge und Haddon modifiziert worden ist, sogar sehr wahrscheinlich zu sein. Und wo nun bei *Mora, Halargyreus* und *Lepidion* die Schwimmblase teils gekammert ist, teils vermittelst den ambossartigen Verdickungen des vorderen Blasenabschnittes die Kopfhöhle begrenzen hilft, liegt es, meine ich, nahe an der Hand die Theorien von Hasse und Baglioni zu vereinigen. Oder m. a. W. es könnte, meine ich, angenommen werden, dass sich der hintere Blasenabschnitt, welcher auch bei den in Frage stehenden Fischen dünnere Wandungen als der vordere hat, beim Steigen des Fisches mehr ausdehnen würde als jener Abschnitt, wodurch dem Fische der Schwanzteil in die Höhe gehoben werden würde. Dabei sollte sich die Druckveränderung binnen der Schwimmblase durch Vermittelung der Verbindung ihres vorderen Abschnittes mit dem Schädelinneren dem centralen Nervensysteme kundgeben, wonach zweckmässige Schwimmbewegungen ausgelöst werden könnten. Ja, es könnte sogar über den Nutzen, welchen eine solche Funktion diesen Fischarten gewährte, spekuliert und behauptet werden, dass gerade diese, aller Wahrscheinlichkeit nach, vom Boden abhängigen, aber dennoch nektonischen Tiefseefische einer besonderen Sicherheitsanordnung bedürfen, um nicht über Grenzen hinaus getrieben zu werden, wo sie einem sicheren Tode anheim fallen würden. Dass aber alles dieses Spekulationen sind, die auf ganz losen Gründen fussen, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

Schliesslich sei erwähnt, dass Sörensen[1] die Schwimmblase von *Ph. mediterranaeus* als Lautorgan hat deuten wollen. Dass der Schwimmblase unter Umständen eine solche Funktion zukommen kann, wissen wir vom Knurrhahn *(Trigla gurnardus)*. Es kann somit möglich sein, dass den diaphragmartigen Bildungen bei *Phycis* und *Raniceps* eine ähnliche Funktion zukäme. Sicher ist dieses aber keinenfalls.

Fassen wir das über die gekammerten Schwimmblasen

[1] Sörensen: Om Lydorganer hos Fiske. Dissertation, Copenhagen 1884.

Gesagte kurz zusammen, finden wir, dass sich sowohl die einfach gegabelten, wie die gekammerten Schwimmblasenformen ihrer Form nach in einfacher Weise aus der Befestigung des Organes binnen der Leibeshöhle deuten lassen. Warum aber das Organ bei diesen Arten in solcher Weise binnen der Leibeshöhle befestigt sei, ist aber eine andere Frage, die ich mir z. Z. nicht zu beantworten getraue.

Zu der Schwimmblase in Beziehung stehende Muskeln.

Zu der Schwimmblase in Beziehung stehende Muskeln kommen bei folgenden Arten vor: *Brosmius brosme, Macrurus Fabricii, Molva vulgaris, Lota vulgaris, G. aeglefinus, G. callarias, G. pollachius, G. virens, Merluccius vulgaris* und *Raniceps raninus*. Am besten entwickelt sind die Muskeln bei *Brosmius brosme, G. aeglefinus* und *Raniceps raninus*, demnächst bei *M. vulagris, Lota vulgaris, G. callarias, G. pollachius*.

Nach der, leider nur bei *Raniceps* und *M. vulgaris* verfolgten Innervation der Schwimmblasenmuskeln zu urteilen, erfolgt diese vom ventralen Ast des zweiten Spinalnerven aus, und dürften diese Muskeln also als Differentierungen der ventralen Rumpfmuskulatur zu bezeichnen sein. Ganz besonders interessant ist unter solchen Umständen das Verhalten der Schwimmblasenmuskeln bei *Raniceps*, wo die beiden Muskeln ventral von dem Oesophagus vermittelst einer Aponeurose verbunden sind. Sollte nämlich hier ein ursprünglicher Zustand bewahrt sein, wären diese Muskeln einfach als Differenzierungen der ventralen Rumpfmuskulatur aufzufassen, während die sie verbindende Aponeurose einfach als eine Differenzierung der allgemeinen Fascia der Leibeshöhlenwandung zu deuten wäre. Dachten wir uns dann diese, ventral von Oesophagus zustandengebrachte Verbindung rückgebildet und die medianen Ränder der Schwimmblasenmuskeln statt dessen direkt an die Blasenwandung befestigt, hätten wir Verhältnisse vor uns, wie sie z. B. bei *Br. brosme* obwalten. Setzten sich dann auch die äusseren Ränder dieser Muskeln an die Blasenwandung fest, wäre das bei z. B. *G. pollachius* bestehende Stadium erreicht, während schliesslich die schmalen Muskelstreifen

an der ventralen Wandung der Schwimmblase von *G. virens* als die letzten Reste rückgebildeter Schwimmblasenmuskeln zu bezeichnen wären.

Von der Funktion dieser Muskeln wissen wir z. Z. nichts bestimmtes. Nach Sörensen[1] sollen sie bei *G. aeglefinus* dazu dienen mit Hilfe der Schwimmblase Laute zu erzeugen; dass dieses dann tatsächlich der Fall sei, wird aber nicht von Sörensen nachgewiesen. Von *Brosmius brosme* teilt mir der Diener des ehemaligen Aquariums in Bergen mit, dass ein Fisch, der in dem Aquarium lebte, Laute erzeugte. Und in einer Novelle von dem englischen Verfasser Fiona Macleod[2] (William Sharp) finde ich den Satz "I can hear the pollack snoarch" in den Mund eines mit dem Heben der Netze beschäftigen Fischers gelegt. Dass die genannten Fische vermittelst der Schwimmblasenmuskeln Laute zu erzeugen im Stande wären, dürfte daher nicht a priori ausgeschlossen sein; tatsächlich bewiesen ist diese Fähigkeit aber meines Wissens immerhin nicht.

Bei der Lage der Muskeln am vorderen Blasenende und der Streckung ihrer Fasern, scheint mir aber auch eine andere funktionelle Bedeutung dieser Muskeln möglich, nämlich die, dass eine Kontraktion ihrer Fasern eine Kompression des vorderen Blasenendes und folglich auch eine Erweiterung des hinteren Blasenabschnittes bewirkte, wodurch eine Verschiebung des Schwerpunktes von hinten nach vorn erzielt werden würde. Und ganz besonders hierzu geeignet dürften die Verhältnisse bei *Raniceps raninus* sein, indem einerseits eine Kontraktion der ventral vom Oesophagus mit einader verbundenen Blasenmuskeln, durch Vermittlung des Magensackes, einen bestimmten Druck auf den vorderen Blasenabschnitt und folglich auch eine dementsprechende Kompression derselben ausüben muss, während andererseits die enge Verbindung zwischen den beiden Kammer eine gleichzeitige Erweiterung des hinteren Blasenabschnittes beim Hineinpressen der Schwimmblasengase in diese nur erleichtern hilft. Unter solchen Umständen ist es auch bemerkenswert, dass die Schwimmblasenmuskeln gerade bei denjenigen Arten, die ihre Nahrung am

[1] Sörensen: l. c.

[2] Fiona Macleod: Silis. Wind and Wave. Maximillian, London.

Boden erbeuten — *Br. brosme, G. aeglefinus, G. callarias, Lota, Molva vulgaris* und *Raniceps* — am besten entwickelt sind, während sie bei dem pelagischen *G. pollachius* verhältnismässig unbedeutend sind und bei *G. virens* sogar rudimentär erscheinen. Es ist also denkbar, dass eine Kompression des vorderen Blasenendes dem Fische helfen wird, den Kopf beim Aufnehmen der Nahrung vom Boden nach unten zu richten.

Bedenken wir dann, dass bei *Mora mora* und *Lepidion eques* der hintere Abschnitt der gekammerten Schwimmblase fast rundum von den mächtig entwickelten *Mm. obliquii superiores* umfasst wird, so liegt auch für diese Fische die Annahme nahe, dass eine Kontraktion der genannten Muskeln eine Kompression des hinteren und folglich eine Erweiterung des vorderen Blasenabschnittes bewirkte. Es würde also bei diesen grossköpfigen Bodenfischen hierdurch eine Verschiebung des Schwerpunktes von vorn nach hinten erfolgen, die möglicherweise dazu diente den Fischen Schwimmbewegungen in horizontaler Richtung zu erleichtern. Bemerkenswert ist auch hier, dass bei *Halargyreus* die hintere Kammer der Schwimmblase nicht von der Rumpfmuskulatur umfasst wird, und folglich ihrerseits kein Druck auf die hintere Blasenkammer ausgeführt werden kann. Es könnten also die hier obwaltenden Verhältnisse denjenigen von *Mora mora* und *Lepidion* gegenüber als weniger entwickelt aufgefasst werden. Andererseits ist aber zu bemerken, dass bei *Halargyreus* die Leibeshöhle ähnlich ausgehöhlt ist wie bei *Lepidion,* trotzdem der hintere Blasenabschnitt nicht angeschwollen ist. Also könnte bei jener Art an eine Rückbildung des hinteren Blasenabschnittes gedacht werden. Keine der hier gemachten Annahmen kann jedoch bewiesen werden, und es muss ausserdem noch auf das hieroben bei den gekammerten Schwimmblasen von der Funktion desselben ausgesprochenen hingewiesen werden. (Vrgl. S. 103).

Dagegen scheint es mir sicher, dass die mächtige Entwicklung der *Mm. obl. superiores* bei *Merluccius vulgaris* nichts mit einer Kompression der Schwimmblase zu tun haben kann; indem ja diese Muskeln überhaupt nicht mit der Schwimmblase in Verbindung treten. Statt dessen dürfte die mächtige Entwicklung dieser Muskeln bei *Merluccius vulgaris* von der eigenartigen Ge-

stalt des Parapophysengerüstes abhängig sein. So dicht wie die Parapophysen hier zusammenstehen, würde die Beweglichkeit dieses Gerüstes sicher stark beschrenkt sein, wenn die Rumpfmuskulatur in gewöhnlicher Weise die Zwischenräume zwischen den Parapophysen überspannen würde. Statt dessen finden wir das Parapophysengerüst von *Merluccius vulgaris* dorsal überhaupt nicht an die Rumpfmuskulatur befestigt. Jene voranbeschriebenen Muskeln dagegen, die von den Spitzen der Parapophysen nach hinten-aussen-dorsal ziehen und sich im lateralen Winkel zwischen dorsaler und ventraler Rumpfmuskulatur befestigen, sowie auch jene Muskeln, welche die Parapophysenspitzen mit einander verbinden, dürften mit grosser Wahrscheinlichkeit dazu dienen, durch wechselseitige Streckung und Kontraktion den Rumpf beim Schwimmen des Fisches nach Bedarf biegen zu helfen. So werden z. B. bei einer Biegung des Rumpfes nach rechts, Dank einer Kontraktion der rechtseitigen, mit den Parapophysenspitzen verbundenen Muskeln, die Parapophysen der linken Seite fächerfahnenförmig aus einander weichen, zu gleicher Zeit wie sich die Parapophysen der rechten Seite in ähnlicher Weise an einander legen. Bedenken wir ausserdem noch, dass die Parapophysen von *Merluccius vulgaris* vermittelst besonderer Fascien mit einander verbunden sind, sowie auch dass die Ränder der Parapophysen sich, bei einer Biegung der Parapophysen fächerfahnenartig über einander legen können, dürfte dieses als ein weiteres Beispiel gelten, in wie hohem Grade das Parapophysengerüst bei *Merluccius vulgaris* sich den Anforderungen der Schwimmblase angepasst hat.

Und wenn dann bei *Merluccius* sogar die Nieren seitens der Schwimmblase derart beeinflusst werden, dass sie aus ihrer gewohnten Lage beiderseits der Wirbelsäule und dorsal von der Blasenwandung verdrängt worden sind, um einen Platz ausserhalb des Wirkungskreises der Schwimmblase zu behaupten — und anders als eine Folge davon, dass die Nieren einem gelegentlichen, überaus grossen Schwimmblasendrucke ausgewichen sind, kann die so merkwürdige Lage dieser Organe bei *Merluccius* nicht verstanden werden — dürfte dieses als eine weitere Stütze für unsere Auffassung erkannt werden können, dass die so eigenartige Befestigung der *Merluccius*-Schwimmblase dem Zwecke diene, diese

in den Stand zu setzten einen tunlichst grossen inneren Gasdruck widerstehen zu können.

Dagegen fällt es sich schwer die Funktion jener zwei Muskeln bei *Merluccius* ausfindig zu machen, deren proximale Enden den vordersten Parapophysen ansitzen, während sie distal unter Vermittelung einer Sehne mit dem zweiten Rippenpaare verbunden sind. Oder sollten vielleicht diese Muskeln bei einem eventuellen Schwanzwärtsrücken des vorderen Blasenendes ausser Funktion gesetzt worden sein, und folglich als Homologe der bei anderen Gadiden vorkommenden Schwimmblasenmuskeln aufgefasst werden können? Denn dass sich das vordere Schwimmblasenende bei *Merluccius vulgaris* nicht in ursprünglicher Lage befindet, dafür sprechen die entschieden rudimentären vorderen Hörner. Auch so könnten die in Frage stehenden Muskeln erklärt werden, dass sie den übrigen, an die Parapophysenspitzen bei *Merluccius vulgaris* befestigten Muskeln dieser Art homolog wären, wenn auch aus dem einen oder anderen Grunde ausser Funktion gesetzt. Gegen diese Annahme spricht aber die Tatsache, dass auch unter den funktionerenden, mit den Parapophysen in Verbindung tretenden Muskeln, jene den vordersten Parapophysen ansitzenden den hinteren gegenüber schon entschieden weniger kräftig entwickelt sind. Warum sollten dann funktionslose Muskeln in einer stärkeren Entwicklung bestehen bleiben?

Auch die verschieden starke Entwicklung der *Mm. obl. superiores* bei den verschiedenen untersuchten Gadiden gibt einem so manches zu denken. Auf diese Fragen hier einzugehen würde aber zu weit führen. Daher soll hier nur auf die verschiedenen Querschnittsbilder hingewiesen werden.

Die Schwimblasenhörner.

So genannte Hörner kommen am vorderen Schwimmblasenende bei folgenden Arten vor: *G. callarias, G. merlangus, G. navaga, Gadus aeglefinus, G. pollachius, G. virens* und *Merluccius vulgaris*. Am besten entwickelt sind diese Gebilde bei *G. callarias, G. merlangus* und *G. navaga,* während sie bei den übrigen Arten einen rudimentären Eindruck machen, n. b. wenn wir bei Bildung-

en, deren Bedeutung uns vollkommen rätselhaft ist, überhaupt von Rudimenten reden dürfen. Auch die Herkunft dieser Gebilde ist uns bis weiter ein Rätsel, denn wenn auch die Annahme nahe an der Hand liegt, dass sie Reste einer ehemaligen Verbindung der Schwimmblase mit dem Schädel seien, die wir bei bestimmten anderen Gadiden noch bestehen finden, spricht jedoch die mächtige Entfaltung dieser Gebilde bei *G. callarias,* für eine bestimmte Funktion der Hörner wenigstens bei dieser Art. Aber welche diese Funktion dann sei, ist eine Frage, die sich zur Zeit nicht beantworten lässt. Oder sollten diese Hörner, trotzdem sie in keine unmittelbare Verbindung mit dem Schädel treten, dennoch dazu dienen können, das centrale Nervensystem über die in der Schwimmblase obwaltenden Spannungen zu benachrichtigen?

Die Ausdehnung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle.

Um einen Übersicht über die Ausdehnung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle bei den verschiedenen untersuchten Arten zu erhalten, sind diese in folgender Tabelle nach der Anzahl Wirbel, über die sich die Schwimmblase bei den verschiedenen Arten ausdehnt, geordnet worden. Und zwar gibt in dieser Tabelle die erste Kolumne denjenigen Wirbel an, welchen die Schwimmblase vorn erreicht; die zweite Kolumne gibt den Wirbel an, an dem der erste Haemalbogen auftritt; die dritte Kolumne denjenigen Wirbel, welcher vom hinteren Blasenende erreicht wird; die vierte Kolumne gibt die totale Anzahl Wirbel an, und die fünfte Kolumne schliesslich gibt die Zahl der Wirbel an, die sich im Bereiche der Schwimmblase befinden.

Vergleichen wir zunächst die Zahlen der Kolumne 4, mit dem Zahlen der Kolumne 5, ergeht hieraus, dass die Zahl der Wirbel, über welche sich die Schwimmblase ausdehnt, in keinem bestimmten Verhältnisse zur totalen Anzahl Wirbel steht. So dehnt sich z. B. die Schwimmblase bei G. *poutassou, G. virens* und *G. Esmarkii* über nicht minder als 28—30 Wirbel, bei *G. pollachius, G. callarias* und *G. aeglefinus* dagegen über 19—23 Wirbel aus, trotzdem die Gesamtzahl der Wirbel bei allen diesen Arten annähernd die Gleiche ist, nämlich 51—54. Weiter finden wir, dass sich bei den drei *Molva*-Arten, deren Wirbelsäulen von 64—66 Wirbeln aufgebaut sind, die Schwimmblase bei *M. byrkelange* und *M. elongata* über 27—28 Wirbel ausdehnt, während das Organ bei *M. vulgaris* nicht mehr als 22 überspannt. Bei dem, diesen Arten nahe verwandten *Brosmius brosme* werden, bei einer annähernd gleichen gesamtzahl Wirbel, nur 14 von der Schwimmblase überspannt. Und ganz besonders auffallend ist es, dass bei

Tabelle II.

	Vorderes Ende	Erster Haemalb.		Hinteres Ende		Totale Anzahl		Schwimmblase
G. poutassou	0	24	(24—27)	30	(25+33)	56	(55—58)	30
G. virens	0	23—24	(24—25)	28—30	(23+31)	53	(54—55)	28—30
M. byrkelange	2	32		31	(30+48)	65		29
G. Esmarkii	0	17	(18—19)	28		51	(52—55)	28
M. elongata	6	33		33		66		27
M. vulgaris	4	26		26	(26+38)	63		22
H. affinis	0	25		26		55		26
M. mora	0	23		23		54		23
G. pollachius	2	20	(22—23)	25	(21+32)	51	(50—55)	23
G. merlangus	3	21	20—23	25	(20+34)	54	(53—57)	22
G. minutus	2	16	(15—18)	24	(16+34)	50	(48—51)	22
G. callarias	3	20—22	(19)	23—24		51	(51—53)	20
Merl. vulgaris	6	25		25	(24—26)	50		19
L. eques	0	12		18		56		18
G. navaga	4	21		21		58	(58)	17
M. Fabricii	4	21		20		?		16
L. vulgaris	3	20		20		62		17
Br. brosme	6	21		21	(20+45)	64		14
G. saida	4	18	19—20	17		53	(55—57)	13
Ph. mediterranaeus	2	16		14		49		12
R. raninus	4	14		14	(11+33)	(44)		10
N. armatus	5	15		15		?		10
M. laevis	3	18		13		?		10
G. argenteus	3	14	(13—14)	13		41	(39—42)	9
M. rupestris	5	15		10		(63—89)		6
B. melanobranchus	3	14		9		?		6

Die Zahlen in Klammern zwischen 2—3 und 4—5 gaben Beobachtungen von Williamson an (Ann. Rep. Fish. Board for Scotland 1907 P. III p. 97). Die Zahlen in Klammern zwischen 3—4 geben Beobachtungen von Malm an (Bohusläns Fauna).

den Macruriden, trotzdem die Gesamtzahl Wirbel bei ihnen grösser ist als bei irgend einer anderen der untersuchten Arten, die Schwimmblase sich dennoch nicht über 10 Wirbel hinaus ausdehnt. Erinnern wir uns dann dessen, was hier oben von der Lebensweise der verschiedenen Arten hervorgehoben worden ist, finden wir, dass die grösste Anzahl Wirbel von der Schwimmblase bei jenen Arten überspannt werden, von denen wir annehmen dürfen, dass sie eine pelagische Lebensweise führen und ihre Nahrung bei hauptsächlich horizontaler Körperstellung erbeuten dürften *(G. poutassou, G. virens, M. byrkelange)*. Bedenken wir weiter, dass unter denjenigen Arten, deren Schwimmblase nicht mit dem Schädel verbunden ist, die Schwimmblase, ausser bei den eben genannten Arten, auch bei *G. pollachius, G. Esmarkii* und *G. minutus* am weitesten kopfwärtz reicht, während sich das vordere Blasenende, sowohl bei den übrigen *Molva-* und *Gadus*-Arten wie bei den Macruriden, bis 6 Wirbel weit von der Schädelbasis entfernt befinden kann, liegt die Annahme nahe zur Hand, dass es einem Fische, dessen Schwimmblase sich — bei sonst gleicher Körperform — weniger weit kopfwärts ausdehnt, leichter sein wird den Kopf, zwecks Aufnahme von Nahrung vom Boden, zu senken, als einem Fische, dessen Schwimmblase sich möglichst weit nach vorn ausdehnt. Nun sind aber grade *G. poutassou, G. virens* und *M. byrkelange* und zum Teil auch *G. pollachius* als pelagische Formen zu bezeichnen, während *M. vulgaris, G. merlangus, G. callarias, G. aeglefinus* und *Brosmius brosme*, sowie vor allem die Macruriden als Formen zu bezeichnen, die ihre Nahrung am Boden aufsuchen. Folglich scheint, wenn wir von *G. Esmarkii* und *G. minutus* bis weiter absehen, ein Zusammenhang zwischen oraler Ausdehnung der Schwimmblase und der Lebensweise der verschiedenen Arten zu bestehen. Andererseits aber ist es klar, dass die Schwimmblase nicht über ein bestimmtes Mass hinaus kaudalwärts verschoben werden darf, wenn grössere Schwierigkeiten, eine horizontale Körperstellung gelegentlich zu behaupten, vermieden werden sollen, während eine möglichst lang ausgestreckte Schwimmblase gradezu eine Bedingung sein dürfte, zur leichten Erhaltung einer horizontalen Körperstellung. Folglich dürfte es Arten, die eine Lebensweise führen, während welcher sowohl

mehr oder weniger ausgeprägt vertikale, wie horizontale Bewegungen vorkommen, nur von Nutzen sein können, wenn die Schwimmblase sich weder zu weit nach vorn noch zu weit nach hinten hin ausdehnt, d. h. verhältnismässig kurz ist. Und eine solche "kurze" Schwimmblase finden wir dann auch bei solchen semipelagischen Arten.

Und wenn dann bei den Macruriden, bei denen die Gesamtzahl der Wirbel eine überaus grosse ist, die Schwimmblase sich nicht über die fünfzehn vordersten Wirbel hinausdehnt, und somit in Betracht der Lebensweise dieser Fische all zu weit nach vorn zu liegen scheint, darf nicht vergessen werden, dass bei diesen Fischen die grösste Länge des Körpers auf den peitschenförmigen Schwanz fällt, wobei der Schwerpunkt dieser Formen ja verhältnismässig weit oralwärts liegen muss. Auch die verhältnismässig langen Schwimmblasen bei *G. minutus* und *G. Esmarkii*, welche Fische sich angeblich von Bodencrustern ernähren, brauchen nicht die in Frage stehende Deutung unbedingt zu widersprechen, indem immer angenommen werden kann, dass die Nahrung nicht vom Boden aufgenommen, sondern schwimmend erbeutet wird.

Gegen eine Annahme, welche die Ausdehnung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle in bestimmte Beziehungen zur Gleichgewichtserhaltung der Fische stellt, kann aber selbstverständlich immer entgegnet werden, dass beim Aufstellen derselben auf Werte und Grössen gebaut worden ist, die höchst approximativ sein müssen, indem es doch klar ist, dass die Zahl der Wirbel ja gar nichts mit der Lage des Schwerpunktes eines Fisches zu tun zu haben braucht. Kann doch, bei einer noch so grossen Anzahl kleiner Wirbel, aber sonst gleicher Körperform, der Schwerpunkt des Fisches ganz an derselben Stelle gelegen sein, als wenn die Wirbelsäule aus einer bedeutend kleineren Anzahl entsprechend grösserer Wirbel aufgebaut wäre. Ausserdem braucht die Ausdehnung der Schwimmblase bei einer Art über drei, vier Wirbel weiter hinaus, als bei einer anderen Art, darum bei jener Art noch garnicht eine andere Lage des Schwerpunktes zu bedingen, als bei dieser, indem ja alles davon abhängt, ob die Masse der Körperteile bei den beiden Arten in sonst gleicher Weise verteilt erscheint; muss doch z. B. ein verhältnismässig grösserer

Kopf eine andere Lage des Schwerpunktes bedingen als ein kleinerer Kopf bei sonst gleicher Körperform zweier Arten. Auch ein spitz ausgezogenes Blasenende, das ein Paar Wirbel weiter hinaus reicht, als ein breitabgerundetes Blasenende, braucht darum noch garnicht eine andere Lage des Schwerpunktes bei sonst ähnlichen Fischen zu bedingen.

Andererseits geht aber aus einem Vergleich gleichgrosser Individuen verschiedener Arten von annähernd derselben Körpergestalt — z. B. *G. virens* mit *G. pollachius, Molva byrkelange* mit *Molva vulgaris* oder *G. Esmarkii* mit *Gadiculus argenteus* — hervor, dass bei diesen Arten-Paaren dieselbe Anzahl Wirbel einer annähernd gleichen Strecke entspricht, und also auch, dass eine Schwimmblase, die bei gleichgrossen Individuen eine grössere Anzahl Wirbel überspannt, tatsächlich länger ist als eine Schwimmblase, die eine kleinere Anzahl Wirbel überspannt. Und wo dann auch die Form des Organes bei diesen Arten-Paaren eine ähnliche ist, dürfte folglich die obenangeführte Auseinandersetzung der in Frage stehenden Verhältnisse denn auch nicht so ganz ohne Begründung sein, wie es dieses im ersten Augenblicke erscheinen möge. Und es dürfte diesem nach die Hypothese vom Zusammenhange zwischen der Ausdehnung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle und der Lebensweise der betreffenden Fischart, wenigstens als ein Versuch die diesbezüglichen Verhältnisse aufzuklären, bis weiter aufrecht erhalten werden können.

Schliesslich frägt es sich, ob nicht aus einem Vergleich der verschiedenen Schwimmblasenformen, oder richtiger aus den besonderen, diese verschiedenen Formen auszeichnenden Merkmalen irgendwelche Schlüsse zur Aufklärung verwandtschaftlicher Beziehungen der in dieser Abhandlung berücksichtigten *Gadiden*- und *Macruriden*-Arten gezogen werden können?

Besprechen wir in solcher Hinsicht zunächst das Parapophysengerüst, so können wir nicht umhin die so besonders gestalteten Gerüste von *Merluccius vulgaris* und *G. navaga* als die höchst entwickelten anzuerkennen, während die stummelförmigen Parapophysen bei *G. poutassou* wohl als die primitivsten bezeichnet werden könnten. Aus welchen Formen sich aber die zuerst genannten Gebilde dann entwickelt hätten, ist z. Z. unmöglich zu behaupten. Ja, betreffend der pantoffelartigen Parapaphysen bei

G. navaga können wir nicht einmal entscheiden, ob sie nicht am Ende nur bestehende Merkmale von Anordnungen seien, die einst anderen uns z. Z. unbekannten Zwecken gedient haben, n. b. wenn die hieroben angeführte Deutung nicht richtig wäre, dass diese Gebilde dazu dienten, das Schwimmblasenvolumen bei gegebener Ausdehnung derselben binnen der Leibeshöhle tunlichst zu vergrössern um dadurch die Gleichgewichtserhaltung des Fisches zu erleichtern.

Auch über das, wenigstens dem Anscheine nach, primitive Parapophysengerüst bei *G. poutassou* fällt es sich z. Z. schwer irgendwelches Positives zu behaupten. Nur so viel sei erwähnt, dass aus meinen, noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über den mikroskopischen Bau der Gasdrüse der Schwimmblase dieser Art ein so besonders einfacher Bau derselben ergeht, dass diese Gasdrüse gradezu den Schlüssel zum Verständnis des oft ungemein komplizierten Baues dieser Drüse bei den anderen Gadiden ausmacht. Dieser Umstand berechtigte dann vielleicht die Annahme, dass jenes nur wenig entwickelte Parapophysengerüst bei *G. poutassou* tatsächlich als ein Primitives zu bezeichnen sei.

Noch schwerer ist es irgend etwas Bestimmtes über die Gestalt der Parapophysengerüste der übrigen untersuchten Arten zu behaupten. Sollte aber unsere hieroben aufgestellte Theorie von dem Zusammenhange zwischen der Ausbildung der Parapophysen und den von der Lebensweise der verschiedenen Arten bedingten, ungleichen Ansprüchen auf Stärke der Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle richtig sein, so dürften, scheint es mir, hieraus vielleicht wichtige, auf die Macruriden sich beziehende Schlüsse gezogen werden können. Trotzdem die Schwimmblasen der untersuchten Macruriden-Arten überhaupt nicht an die Parapophysen befestigt sind, sind die Parapophysen dieser Fische jedoch verhältnismässig kräftig entwickelt. Folglich ist es anzunehmen, dass hier Zustände bestehen, die früher die Bedeutung gehabt haben können, eine stärkere Befestigung der Schwimmblase binnen der Leibeshöhle zu erzielen. Und wäre dieses dann tatsächlich der Fall, so müsste auch das in Frage stehende Verhalten als ein Beweis betrachtet werden können, dass die Macruriden von Formen abstammen, die weniger ausgesprochene Bodenformen waren, als die Macruriden es sind.

Denken wir dann an die Art und Weise, in welcher bei einigen der untersuchten Arten der hinterste Schwimmblasenabschnitt über die Leibeshöhle hinausreicht, um sich binnen dem entsprechend erweiterten Haemalkanale auszudehnen, scheinen mir folgende Umstände bemerkenswert zu sein. Erstens fanden wir, dass sowohl bei *G. virens,* wie bei *G. pollachius* der erste Haemalbogen nur einen rudimentären Haemapophysen aufzuweisen hat. Ja es unterbleibt bei *G. virens* oft sogar der Verschluss des ersten Haemalbogens , trotzdem deutliche Bogenspangen vorhanden sind. Und unter solchen Umständen frägt es sich, ob nicht dieses Verhalten des ersten Haemalbogens ein Zeichen einer noch nicht stabilisierten, kaudalen Ausdehnung der Schwimmblase aufgefasst werden könnte?

Ein ähnliches Verhalten finden wir dann bei *G. aeglefinus,* indem nämlich bei dieser Art der erste Haemalbogen oft, und trotzdem derselbe in gleicher Weise geflügelt erscheint, wie die jenigen der folgenden Haemalbogen, sich nicht schliesst, sondern offen bleibt und somit zwei Spinapophysen aufzuweisen hat. Ausserdem ist oft nur das eine Bogenstück des in Frage stehenden Wirbels bajonettenförmig gestaltet, während dasjenige der anderen Seite parapophysenähnlich gestaltet ist. Folglich könnte auch hier, wie bei *G. virens,* ein gewissermassen labiles Verhalten des hinteren Blasenendes angenommen werden. Wenn auch mit dem Unterschiede, dass es bei *G. aeglefinus* nicht die Haemalbogen sind, die rudimentär erscheinen, sondern der in den Haemalkanal hineinragende Schwimmblasenabschnitt. Und wo ausserdem die geflügelten Haemalbogen bei *G. aeglefinus* nur so verständlich sind, dass sie durch Strecken des hinteren Randes der rinnenförmigen, hintersten Parapophysen, unter gleichzeitigem Verwachsen der Parapophysenspitzen aufgekommen seien, dürften diese Verhältnisse wohl als Zeichen aufgefasst werden können, dass sich bei *G. aeglefinus* die Schwimmblase einst noch weiter rückwärts erstreckt habe. Halten wir dann an der hieroben ausgesprochenen Meinung fest, dass eine sich weit nach hinten ausdehnende Schwimmblase aus einer Anpassung an eine pelagische Lebensweise hervorgegangen sei, sollten folglich sowohl *G. pollachius* wie *G. virens* von Vorfahren abstammen, die eine minder ausgesprochene pelagische Lebensweise führten. Während um-

gekehrt der, gewissermassen als Bodenform zu bezeichnende *G. aeglefinus* von Vorfahren abstammte, die eine pelagische Lebensweise geführt haben.

Für eine solche Auffassung sprechen dann auch die folgenden Umstände. Wie wir uns erinnern, sind die Schwimmblasenmuskeln bei dem pelagischen *G. virens* so wenig entwickelt, dass sie als rudimentär bezeichnet werden können. Auch bei *G. pollachius* sind die Schwimmblasenmuskeln verhältnismässig wenig stark entwickelt, während *G. aeglefinus, Br. brosme* und gewissermassen auch *Raniceps raninus*, also mehr oder weniger ausgesprochene Bodenformen, die kräftigsten Muskeln aufzuweisen hatten. Folglich sollten, meine ich, die rudimentären Muskeln bei *G. virens* darauf hin deuten, dass diese Art von Vorfahren abstammte, die ein Bodenleben führten. Ja, es ist sogar denkbar, dass *G. pollachius* eine Zwischenstufe einer solchen Entwicklung vertrete.

Auch die Lage des vorderen Schwimmblasenendes bei *G. virens* und *G. pollachius* sowie auch die rudimentären Hörner dieser Schwimmblasenformen könnten, meine ich, so aufgefasst werden, dass bei diesen Arten das vordere Ende der Schwimmblase sich nicht in primärer Lage befinde, sondern aus dieser vorwärts gerückt erscheint. Bei *G. aeglefinus* finden wir ebenfalls nur winzigen Schwimmblasenhörner. Ausserdem stehen diese Hörner hier seltener Weise dicht beisammen, welche Stellung kaum primär sein dürfte, wenn die Hörner selbst Rudimente einer einstigen Verbindung mit dem Schädel darstellten. Folglich wäre dieses Verhalten der Hörner so zu verstehen, dass das vordere Blasenende kaudalwärts verschoben worden ist und sich dabei abgerundet hat, wobei die Hörner einander genähert worden sind. Es dürfte also das Verhalten dieser Hörner für die Annahme sprechen, dass *G. aeglefinus* von Formen abstammte, die eine pelagische Lebensweise geführt haben, n. b. wenn unsere Annahme, dass eine weniger weit oralwärts sich erstreckende Schwimmblase mit einem Bodenleben zusammenhänge, richtig sei.

Ob dann die auch bei *G. callarias* und *Molva vulgaris* nur schwach entwickelten Schwimmblasenmuskeln als ein Zeichen aufzufassen wären, dass diese Arten von Formen abstamten, die ausgesprochene Bodenformen waren, z. B. *Lota vulgaris, Brosmius*

brosme die besonders starke Schwimmblasenmuskeln aufzuweisen haben, ist jedoch eine Frage, die noch schwerer als die eben besprochenen zu beantworten ist.

Schliesslich sei mit einigen Worten der gekammerten Schwimmblasen von *Raniceps raninus, Mora mora, Phycis mediterranaeus, Halargyreus affinis* und *Lepidion eques* gedacht. Dass diese Arten den wahren Gadiden nahe verwandt sind, darum besteht wohl kein Zweifel. Und nun frägt es sich, wie dann ihre komplizierten Schwimmblasen zu verstehen seien? Sind sie als höhere Entwicklungsstufen einer einfacheren Blasenform zu betrachten, oder kann man sich die Möglichkeit denken, dass sich die einfachen Schwimmblasen der eigentlichen Gadiden aus solchen komplizierten Formen durch Rückbildung entwickelt hätten?

Dass diese Fragen nicht leicht beantwortet sind, versteht sich von selbst. Jedenfalls möchte ich die Aufmerksamkeit des Lesers auf folgende zwei Umstände lenken, nämlich erstens, dass die bei den meisten *Gadus*-Arten vorkommenden Hörnern nur dann verständlich sind, wenn wir sie als Rudimente einer ehemaligen Verbindung mit dem Schädel auffassen. Ist diese Schlussfolgerung dann richtig, sollten die *Gadus*-Arten von Vorfahren abstammen, deren Schwimmblasen mit dem Schädel verbunden waren. Zweitens denke man an die besondere Muskelanordnung der Schwimmblase von *Raniceps raninus*. Sollten hier nicht ursprünglichere Verhältnisse bestehen als z. B. bei *Brosmius brosme?* Ausserdem sei daran erinnert, dass die Schwimmblase bei *Raniceps raninus* nicht mit dem Schädel verbunden ist. Sollte die Gabelung des vorderen Endes der Schwimmblase von *Lota vulgaris* und den drei *Molva*-Arten nicht als Reste einer tieferen Gabelung betrachtet werden können? Schliesslich sei die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass *G. poutassou* eine Schwimmblase hat, deren vorderes Ende nicht gegabelt ist. Sollte dieses nicht ein noch älteres Merkmal sein, als die gegabelten Schwimmblasen? Und wie verhalten sich dann die gekammerten, an dem Schädel befestigten Schwimmblasen zu einander? Welcher von den vier verschiedenen Typen derjenigen von *Mora, Halargyreus, Lepidion* oder *Phycis* ist als die ursprünglichere aufzufassen? Wo sind die Vorfahren dieser Formen zu suchen und wo die Schwimmblasenformen, aus denen sich die einfachen Schwimmbasen der

Macruriden entwickelt hätten? Ganz von der Theorie Dollo's geschwiegen, dass die Macruriden Formen seien, die in die Tiefe gewandert sind, während die Gadiden von Tiefseeformen sich entwickelt hätten. Alles dieses sind dann Fragen, die bisweiter nicht beantwortet werden können.

Figurenverzeichniss.

Taf. I.

Fig. 1. *Molva byrkelange* Parapophysengerüst.
Fig. 2. „ *vulgaris* „
Fig. 3. *Brosmius brosme* „
Fig. 4. *Gadus poutassou* „
Fig. 5. „ *minutus* „ von der Seite.
Fig. 6. „ „ „
Fig. 7. „ *merlangus* „

Taf. II.

Fig. 1. *Merluccius vulgaris* Parapophysengerüst, hinterer Teil.
Fig. 2. *Gadus pollachius* „
Fig. 3. „ *virens* „
Fig. 4. *Phycis mediterranaeus* „
Fig. 5. *Gadus callarias* „
Fig. 6. „ *navaga* „

Taf. III.

Fig. 1. *Gadus virens* Parapophysengerüst.
Fig. 2. „ *callarias* „
Fig. 3. *Merluccius vulgaris* „
Fig. 4. *Gadus merlangus* „
Fig. 5. „ „ „ (Seitlich).
Fig. 6. „ *aeglefinus* „

Taf. IV.

Fig. 1. *Molva byrkelange* Schwimmblase.
Fig. 2. „ *vulgaris* „
Fig. 3. „ *elongata* „
Fig. 4. *Gadus pollachius* „ nach Praep. von Ågren.
Fig. 5. „ „ „
Fig. 6. *Brosmius brosme* „
Fig. 7. „ „ „ (Formol).
Fig. 8. *Gadus virens* „ nach Praep. von Ågren.
Fig. 9. „ *navaga* „
Fig. 10. „ *aeglefinus* „ (Formol).
Fig. 11. *Molva elongata* „ vorderes Ende, links freigelegt.
Fig. 12. *Gadus merlangus* „
Fig. 13. *Brosmius brosme* „ (Seitlich.)
Fig. 14. *Raniceps raninus* Wirbelsäule mit eingezeichneter Blasenkontur. Rechts sieht man den Schwimmblasenmuskel mit seinem Nerven.

Taf. V. Fig. 1, 2. *Gadus callarias* Querschnitt Wirbel 8 und 9.
Fig. 3, 4, 6, 7. *Molva vulgaris* „ „ 4, 10, 7. 16.
Fig. 5. *Gadus callarias* „ „ 13.
Fig. 8, 9, 10. *Gadus pollachius* „ „ 11, 16, 18.
Fig. 11, 12, 13. *Gadus aeglefinus* „ „ 8, 11, 16.
Fig. 14, 15. *Gadus callarias* „ schiefe Wirbel, die Schwimmbl. von den Eingeweiden unnormal zur linken Seite verschoben.
Fig. 16, 17. *Brosmius brosme* „ Wirbel 7, 15.
Fig. 18. *Molva byrkelange* „ „ 15.
Fig. 19. *Gadus callarias* „ „ 18.

Taf. VI. Fig. 1, 2, 3, 4. *Mora mora* Querschnitt Wirbel 6, 8, 15, 20,
Fig. 5, 6, 7, 8. *Merluccius vulgaris* Querschnitt Wirbel 11, 14, 15, 14.
Fig 9. *Gadus merlangus* Querschnitt Wirbel 13.
Fig. 10, 11, 12. *Lepidion eques* Schwimmblase seitlich, dorsal, ventral.
Fig. 13, 14, 15. *Lepidion eques* Querschnitt Wirbel 14, 5, 16.
Fig. 16. *Halargyreus affinis* Schwimmblase,
Fig. 17. „ „ Schw. vorderer Abschnitt, dorsal.
Fig. 18. „ „ Schw. Befestigung.
Fig. 19, 20. „ „ Querschnitt Wirbel 8, 15.
Fig. 21. *Gadus navaga* Querschnitt Wirbel 12.
Fig. 22. *Phycis mediterranaeus* Schwimmblase.
Fig. 23. *Mora mora* Schädel.
Fig. 24. „ „ Schwimmblase vorderer Abschnitt ventral.
Fig. 25. „ „ „ „ „ dorsal.

Taf. VII. Fig. 1. *Raniceps raninus* Schwimmblase ventral.
Fig. 2. *Lepidion eques* Schädel.
Fig. 3. *Merluccius vulgaris* Muskelanordnung. Der M. obl. superior ist nach aussen umgebogen um die blattförmigen Muskeln zu zeigen. Einer dieser Muskeln ist abgeschnitten. An dem entsprechenden Parapophysen ist der, die Schwimmblasenzacke auskleidende Muskel abgetrennt um diese zu zeigen.
Fig. 4. *Lepidion eques* Vorderer Blasenabschnitt, dorsal.
Fig. 5. *Raniceps raninus* Längsschnitt. Schlundknochenmuskeln m; Verbindungskanal k; Membran zwischen den vorderen Blasenabschnitten b; durchschnittene Rippen r.
Fig 6. 7. *Mora mora* Schwimmblase ventral, lateral.
Fig. 8. *Merluccius vulgaris* Schwimmblase, ventral.
Fig. 9. *Raniceps raninus* Querschnitt. Schlundknochenmuskeln M; Schwimmblasenmuskeln m; Rippen r; Schwimmblasenwandung Sb, S; Oesophagus oe; Aponeurose ap.

Fig. 10. *Merluccius vulgaris* Seitliche Zacken.
Fig. 11. *Gadiculus argenteus* Schwimmblase, ventral.
Fig. 12. *Halargyreus affinis* Parapophysen mit Ligamenten.
Fig. 13. *Raniceps raninus* Linker Schwimmblasenmuskel mit Nerv zum zwiten Spinalnerven.
Fig. 14. 16. *Raniceps raninus* Schwimmblase ventral (A), dorsal (B).
Fig. 15. *Halargyreus affinis* Schwimmblase Befestigung.
Fig. 17. *Gadus callarias* Schwimmblase, kleinerer Fisch. Beim Strich die Schwimmblasenmuskeln.

Taf. VIII. *Fig. 1.* *Macrurus rupestris.* Schwimmblase S; Aorta a; linke und rechte Nieren nl, nr; Fascia f; Schlundknochenmuskeln m.
Fig. 2. *Macrurus rupestris* Schwimmblasenkontur.
Fig. 3. *Nematonurus armatus* Schwimmblasenkontur.
Fig. 4. *Bathygadus melanobranchus* Schwimmblasenkontur.
Fig. 5. *Gadus poutassou* Schwimmblase hinteres Ende.
Fig. 6. „ *minutus* „ „ „
Fig. 7. „ *saida* „
Fig. 8. *Macrurus Fabricii* „ rechts ventral, links dorsal.
Fig. 9. *Gadus Esmarckii* Schwimmblase seitlich.
Fig. 10. „ „ Schwimmblase ventral mit durchschimmernder Gasdrüse.
Fig. 11. „ *poutassou* Schwimmblase.
Fig. 12. „ *callarias* Schwimmblase seitlich, grosser Fisch.
Fig. 13. „ „ Befestigung an die Parapophysen des 5 und 6 Wirbels dorsal.
Fig. 14. 15. *Gadus saida* Wirbelsäule.
Fig. 16. *Gadus saida* Wirbel 10,16.
Fig. 17. *Gadus callarias* Befestigung seitlicher Zacken an die Parapophysen der Wirbel 11, 12. Dorsale Ansicht Grosser Fisch.

Fig. 1.

Fig. 2.

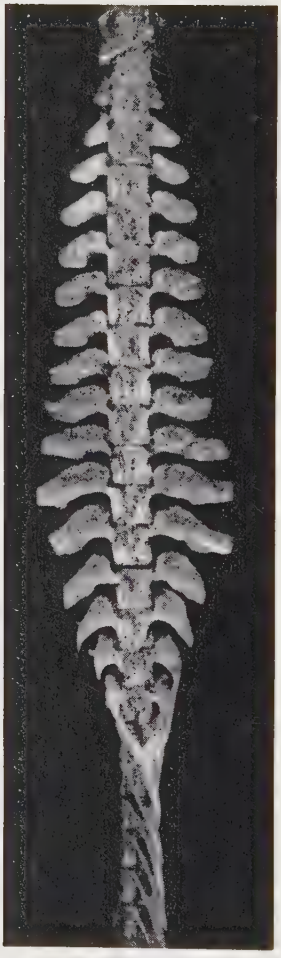


Fig. 3.

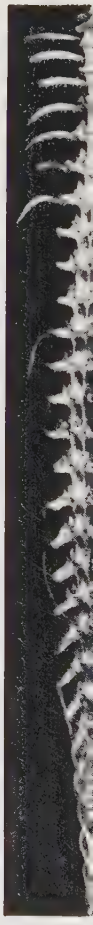


Fig.

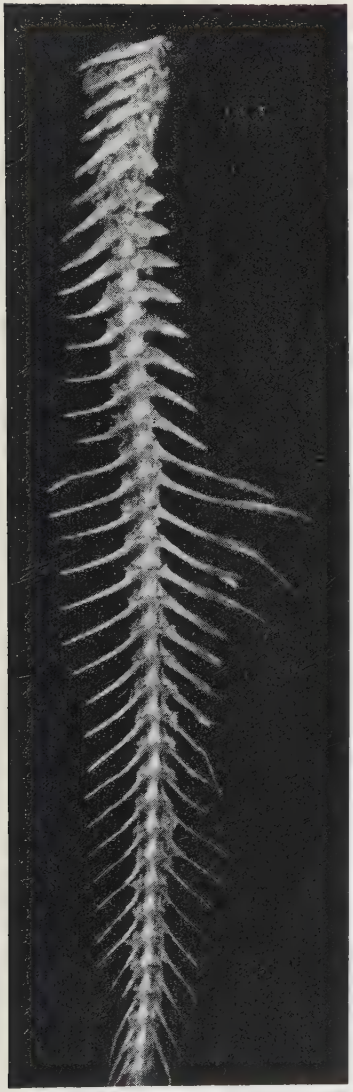


Fig. 5.

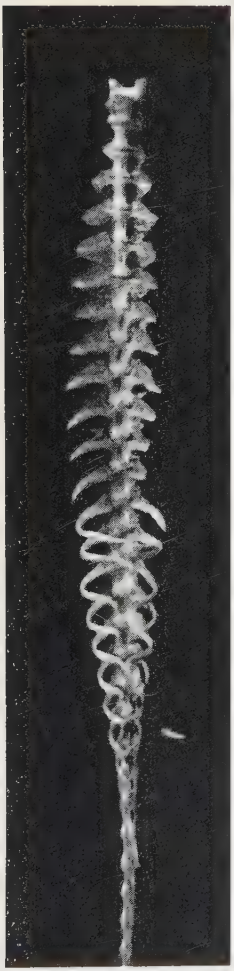


Fig. 6.

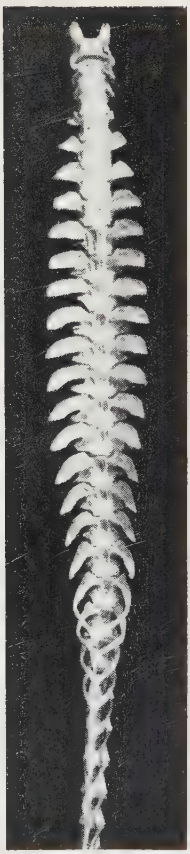


Fig. 7.

Fig. 1.

Fig. 2.

. 3.

Fig. 4.

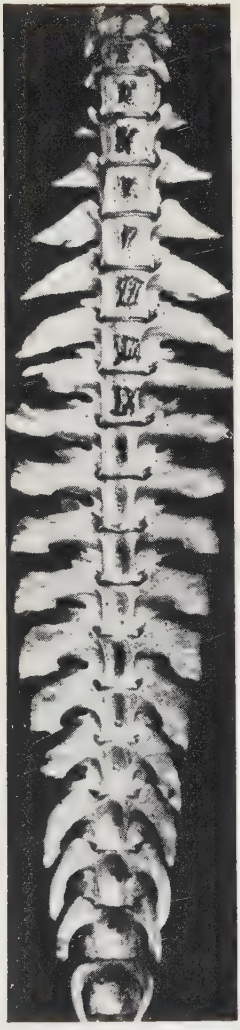


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 1.

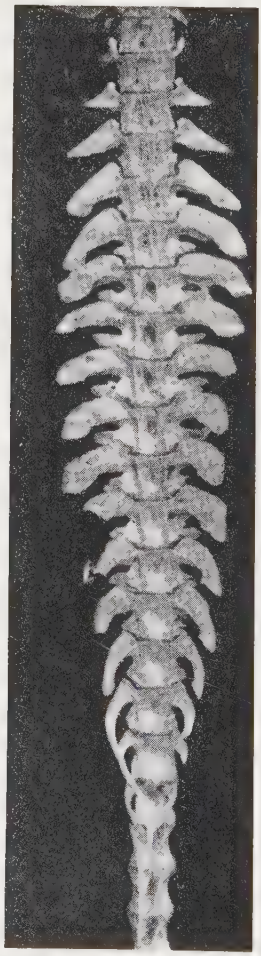


Fig. 2.

Fig. 3.

. 4.

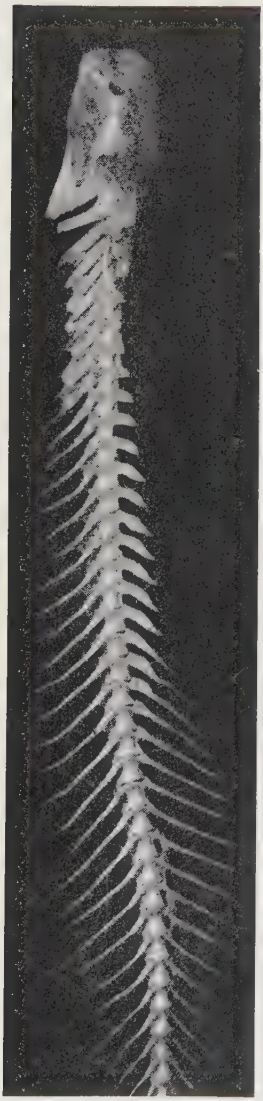


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 2.

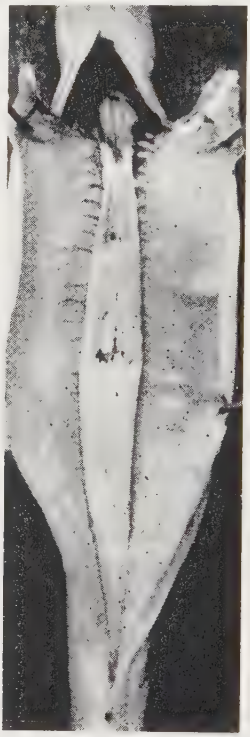


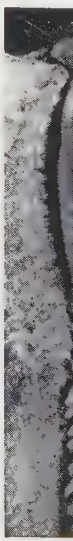
Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.



ig. 5.

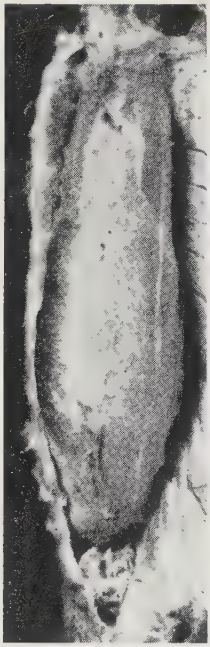


Fig. 6.

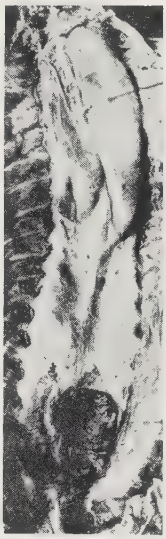


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 13.

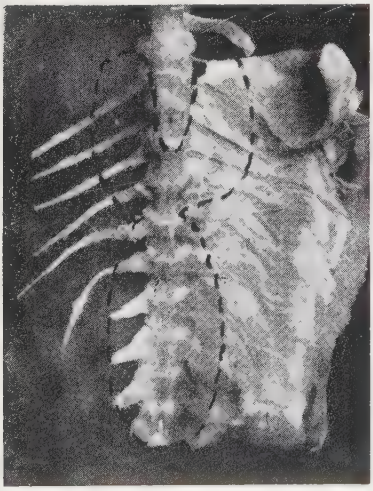


Fig. 14.

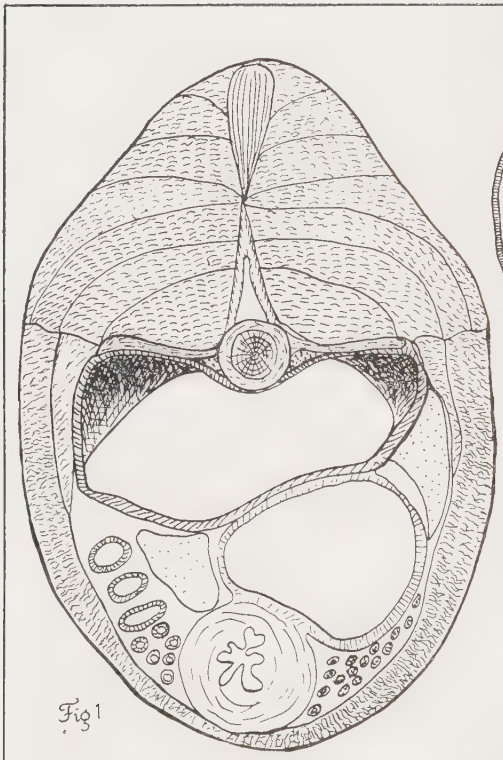


Fig 1

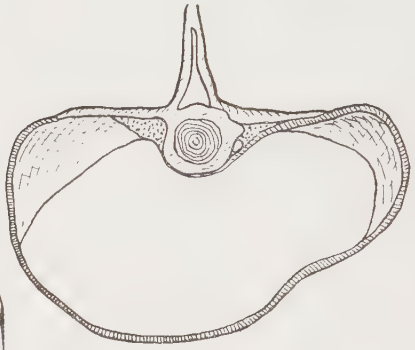


Fig 2

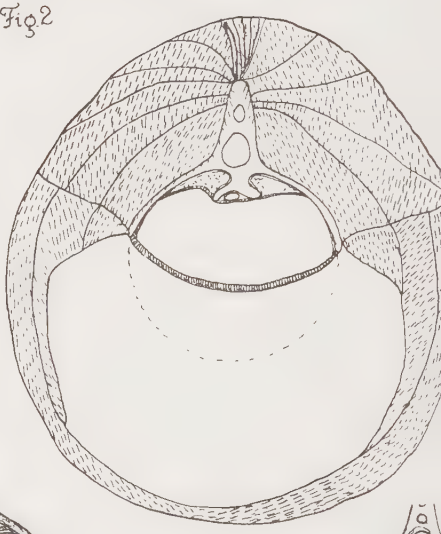


Fig 6

Fig 3

Fig. 5

XI

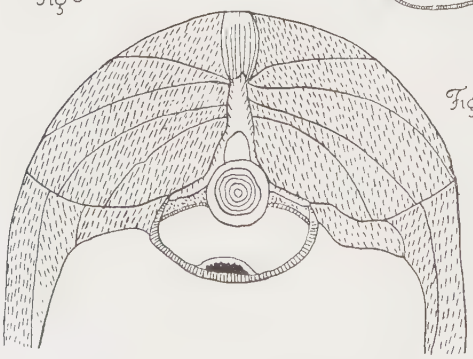


Fig 4

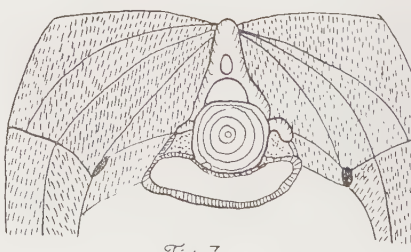


Fig. 7

Fig 11

Fig 9

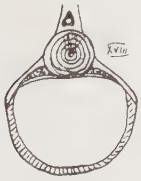


Fig 10

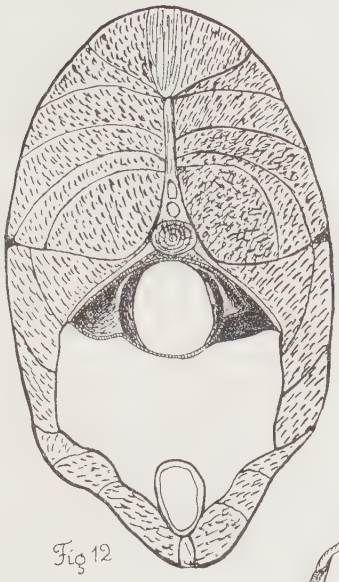


Fig 12

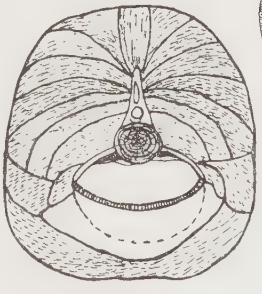


Fig 18

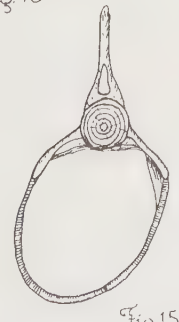


Fig 15

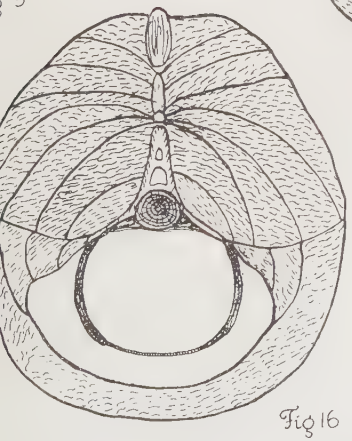


Fig 16

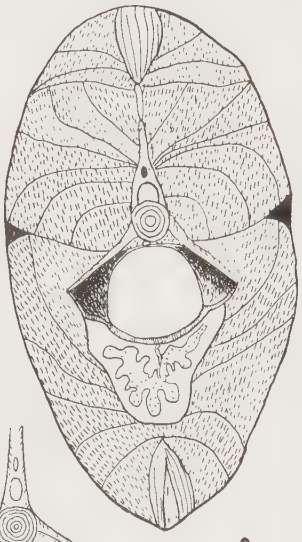


Fig 13

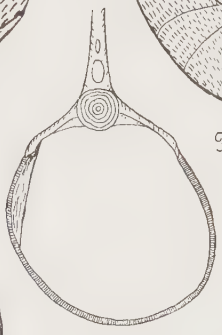


Fig 14

Fig 19

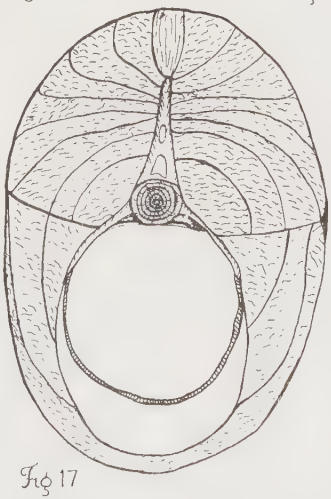


Fig 17

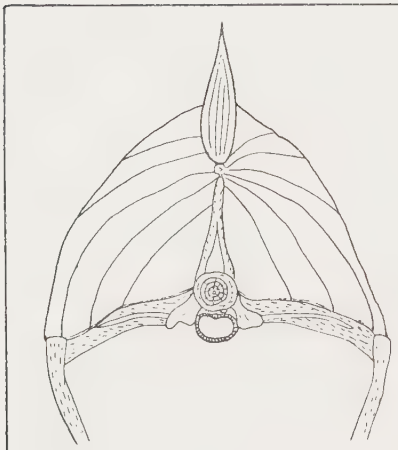


Fig 1

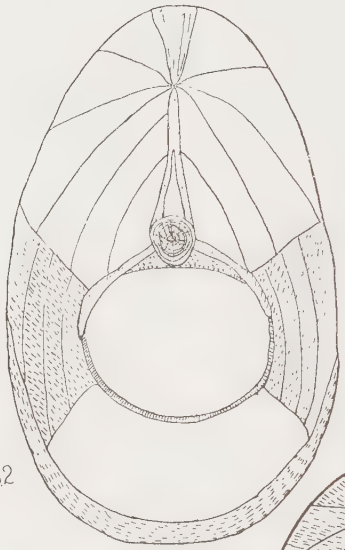


Fig 2

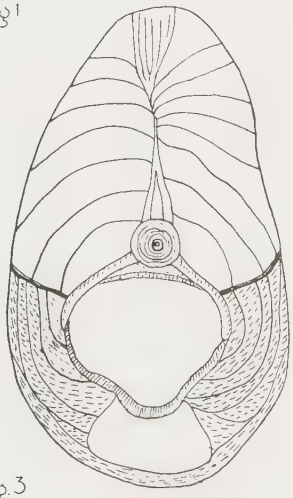


Fig 3

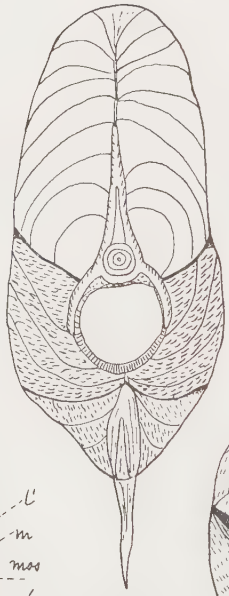


Fig 4

Fig 5

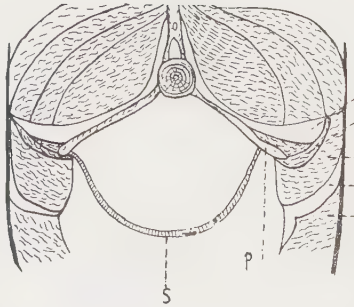


Fig 7

Fig 6

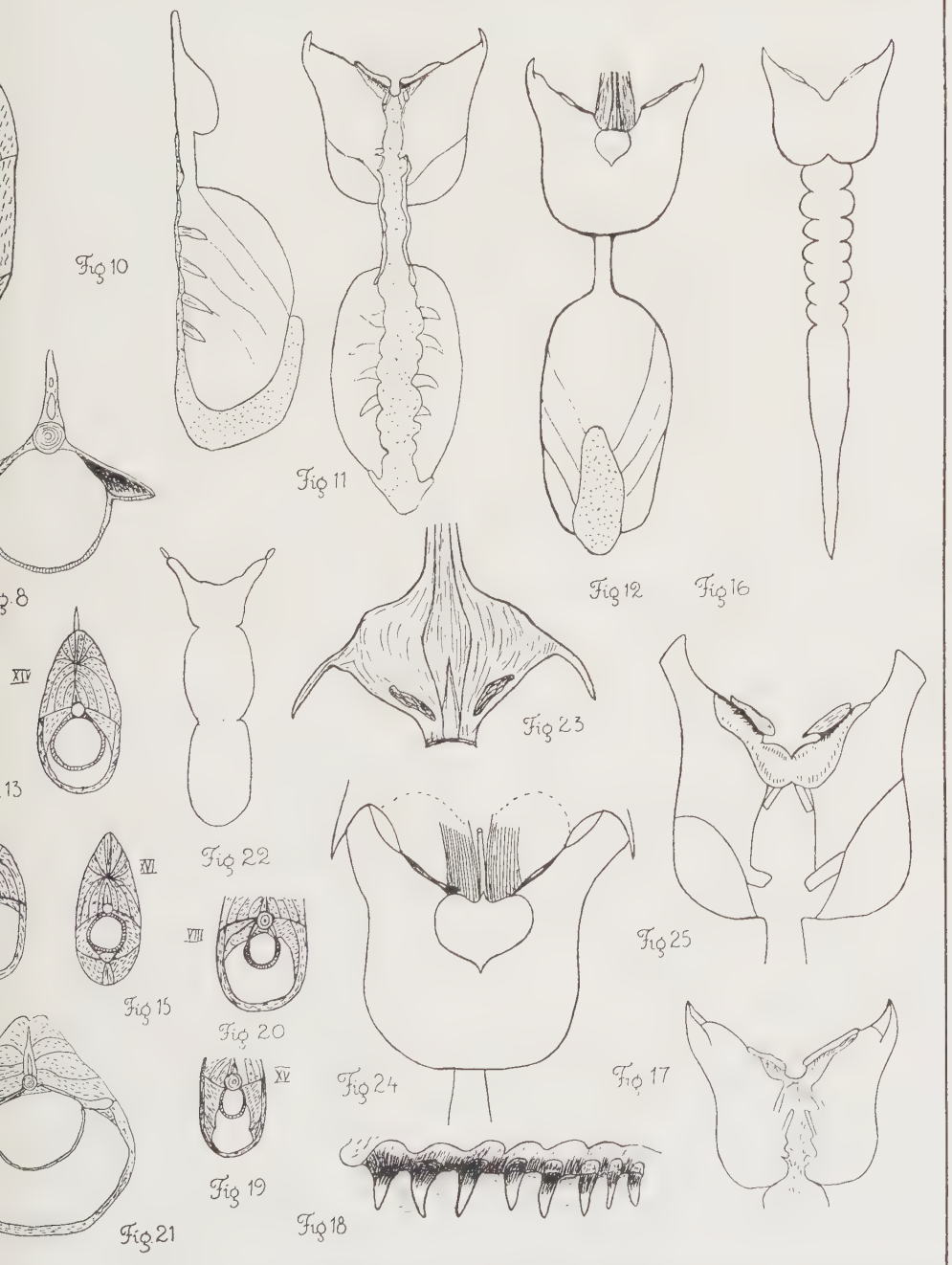


Fig 10
Fig 11
Fig 12
Fig 16
Fig 23
Fig 22
Fig 25
Fig 15
Fig 20
Fig 24
Fig 17
Fig 19
Fig 18
Fig 21

Fig. 1.

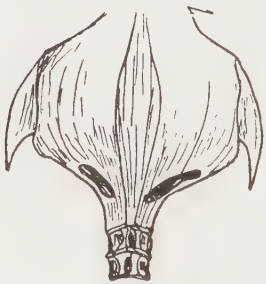


Fig. 2.

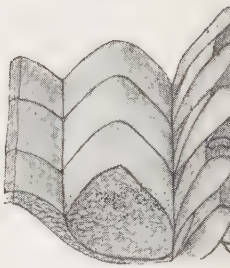


Fig. 3.

Fig. 6.

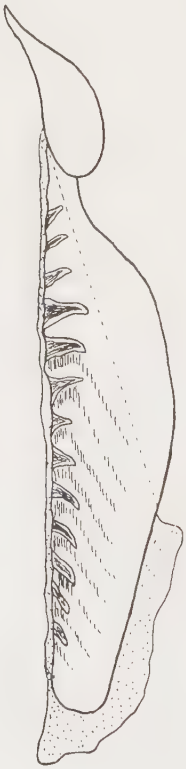


Fig. 7.

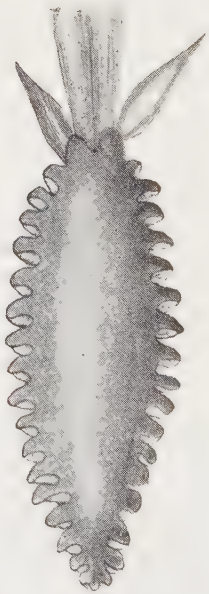


Fig. 8.

Fig. 10.

Fig. 4.

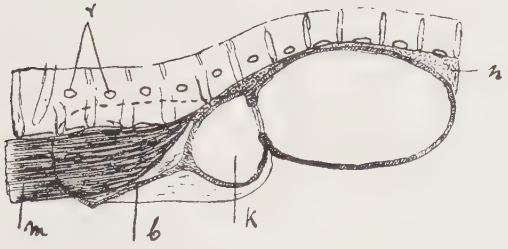


Fig. 5.

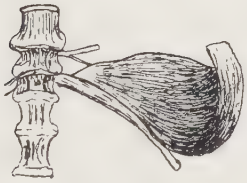


Fig. 13.

Fig. 15.

Fig. 17.

Fig. 12.

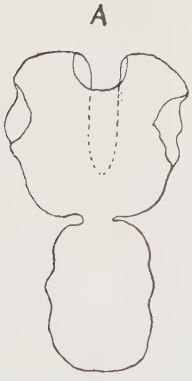


Fig. 14.

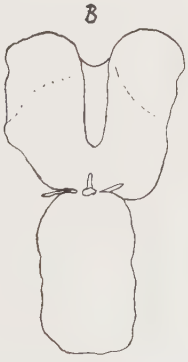


Fig. 16.

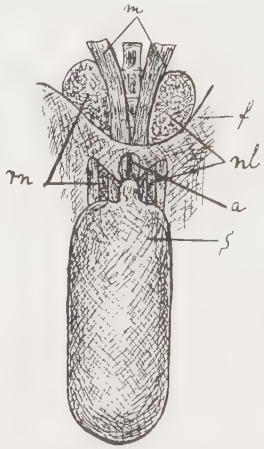


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

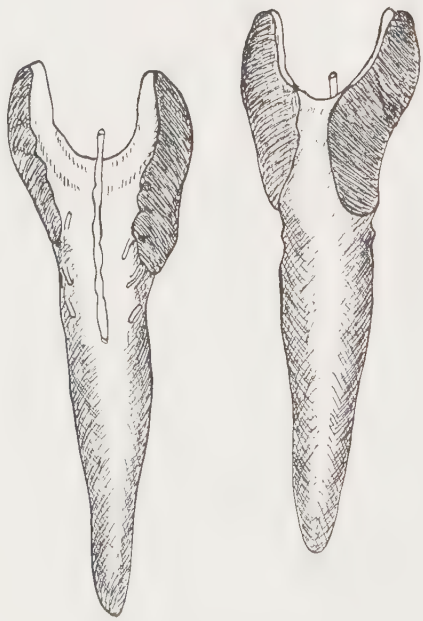


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10

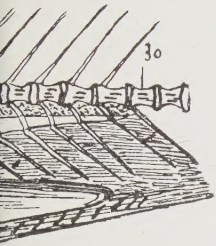


Fig. 5.

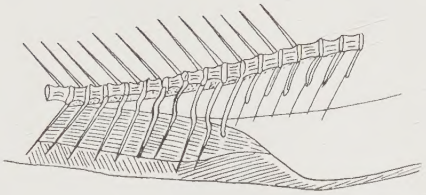


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 11.

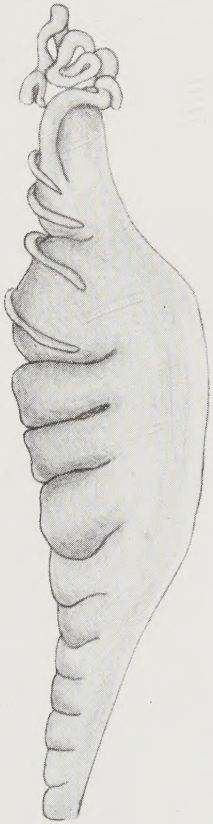


Fig. 12.

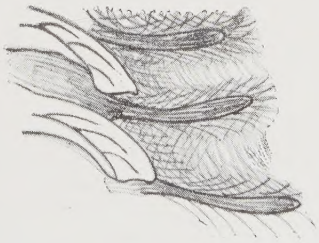


Fig. 17.